

**DISEÑO Y PROTOTIPADO CON INTERFACE HMI PARA REPORTE DE  
FALLAS Y RESTRICCIÓN AL ACCESO A LOS TEMPORIZADORES DE LA  
TARJETA DE TRANSFERENCIA**

**JUAN MANUEL NOGALES VIEDMAN  
LUIS FELIPE LARRAÑAGA ENRIQUEZ**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO DE AUTOMÁTICA Y ELECTRÓNICA  
PROGRAMA INGENIERÍA MECATRÓNICA  
SANTIAGO DE CALI  
2008**

**DISEÑO Y PROTOTIPADO CON INTERFACE HMI PARA REPORTE DE  
FALLAS Y RESTRICCIÓN AL ACCESO A LOS TEMPORIZADORES DE LA  
TARJETA DE TRANSFERENCIA**

**JUAN MANUEL NOGALES VIEDMAN  
LUIS FELIPE LARRAÑAGA ENRIQUEZ**

**Pasantía para optar al título de Ingeniero Mecatrónico**

**Director  
HECTOR FABIO ROJAS  
Ingeniero Electricista**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO DE AUTOMÁTICA Y ELECTRÓNICA  
PROGRAMA INGENIERÍA MECATRÓNICA  
SANTIAGO DE CALI  
2008**

**Nota de aceptación:**

Aprobado por el Comité de Grado en cumplimiento de los requisitos exigidos por la Universidad Autónoma de Occidente para optar al título de Ingeniero Mecatrónico

HECTOR FABIO ROJAS

Director

JORGE IVAN VELANDIA

Jurado

Santiago de Cali, 11 de julio de 2008

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios que nos dio la vida y nos permitió culminar nuestra carrera, dándonos su guía y su respaldo, mostrando soluciones y dándonos el entendimiento necesario.

A nuestros padres, por el apoyo que nos brindan y la oportunidad de estudio que nos permitieron tener, en representación de otros jóvenes.

A la gente que de una u otra manera nos ayudaron con ideas y a aquellos que dieron las bases necesarias para desarrollar este proyecto.

## **CONTENIDO**

	<b>Pág.</b>
<b>GLOSARIO</b>	<b>12</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>13</b>
<b>INTRODUCCION</b>	<b>14</b>
<b>1. OBJETIVOS</b>	<b>16</b>
<b>1.1 OBJETIVO GENERAL</b>	<b>16</b>
<b>1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS</b>	<b>16</b>
<b>2. MISION</b>	<b>17</b>
<b>3. OBTENCIÓN DATOS PRIMARIOS</b>	<b>18</b>
<b>3.1 INTERPRETACIÓN DATOS PRIMARIOS</b>	<b>18</b>
<b>3.2 CLASIFICACION DE PREMISAS</b>	<b>19</b>
<b>4. PLANTEAMIENTO DE NECESIDADES</b>	<b>21</b>
<b>4.1 TABLA DE IMPORTANCIA</b>	<b>21</b>
<b>4.2 MÉTRICAS Y UNIDADES</b>	<b>22</b>
<b>4.3 RELACION DE METRICAS CON NECESIDADES</b>	<b>23</b>
<b>4.4 ESTUDIO DE BEICHMARKING</b>	<b>24</b>
<b>4.5 NIVEL DE IMPORTANCIA DE LAS NECESIDADES DE LOS CLIENTES EN PRODUCTOS COMPETIDORES</b>	<b>24</b>
<b>4.6 RELACION DE METRICAS CON COMPETIDORES</b>	<b>25</b>
<b>4.7 ASIGNACIÓN DE VALORES IDEALES Y MARGINALES</b>	<b>26</b>
<b>4.8 ASIGNACIÓN DE ESPECIFICACIONES PRELIMINARES</b>	<b>27</b>

<b>5. GENERACION DE CONCEPTOS</b>	<b>29</b>
<b>5.1 CLARIFICAR EL PROBLEMA</b>	<b>29</b>
<b>5.2 CONSULTA A EXPERTOS</b>	<b>30</b>
<b>5.3 BÚSQUEDA INTERNA</b>	<b>33</b>
<b>5.4 DISEÑO A NIVEL DE SISTEMA</b>	<b>34</b>
<b>5.5 ARQUITECTURA INTEGRAL</b>	<b>34</b>
<b>6. DISEÑO INDUSTRIAL</b>	<b>36</b>
<b>6.1 NECESIDADES ERGONÓMICAS</b>	<b>36</b>
<b>6.2 NECESIDADES ESTÉTICAS</b>	<b>36</b>
<b>6.3 EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE DI</b>	<b>38</b>
<b>7. DISEÑO PARA MANUFACTURA (DPM)</b>	<b>40</b>
<b>7.1 ESTIMACIÓN DEL COSTO DE MANUFACTURA</b>	<b>40</b>
<b>7.2 COSTO DE ENSAMBLAJE</b>	<b>40</b>
<b>7.3 PRECIO DE VENTA SUGERIDO</b>	<b>41</b>
<b>8. DISEÑO PARA MANTENIMIENTO (DPM)</b>	<b>42</b>
<b>9. DISEÑO DE HARDWARE Y SOFTWARE</b>	<b>43</b>
<b>9.1 DISEÑO DE SOFTWARE</b>	<b>43</b>
<b>9.1.1 Software para interface pc</b>	<b>43</b>
<b>9.1.2 Software para micro controlador</b>	<b>44</b>
<b>9.2 COMUNICACIONES MICROCONTROLADOR A COMPUTADOR</b>	<b>54</b>
<b>9.3 DISEÑO DE HARDWARE</b>	<b>55</b>
<b>9.3.1 Fuente de alimentación y adaptación de voltaje</b>	<b>55</b>

<b>9.3.2 Sensor comparador de ventana para nivel alto y bajo</b>	<b>57</b>
<b>9.3.3 Circuito para detección de secuencia de fase</b>	<b>59</b>
<b>9.3.4 Esquemático</b>	<b>60</b>
<b>10. CONCLUSIONES</b>	<b>62</b>
<b>11. RECOMENDACIONES</b>	<b>63</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>64</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>66</b>

## **LISTADO DE TABLAS**

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 1. Tabla de importancia</b>	<b>21</b>
<b>Tabla 2. Métricas y unidades</b>	<b>22</b>
<b>Tabla 3. Relación de métricas con necesidades</b>	<b>23</b>
<b>Tabla 4. Nivel de importancia de las necesidades de los clientes en productos competidores</b>	<b>24</b>
<b>Tabla 5. Relación de métricas con competidores</b>	<b>25</b>
<b>Tabla 6. Asignación de valores ideales y marginales</b>	<b>26</b>
<b>Tabla 7. Asignación de especificaciones preliminares</b>	<b>27</b>



## **LISTA DE FIGURAS**

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1. Esquema descomposición 1</b>	<b>30</b>
<b>Figura 2. Esquema descomposición 2</b>	<b>30</b>
<b>Figura 3. Fotografía del esquema ITAC22K</b>	<b>31</b>
<b>Figura 4. Esquema del MTC</b>	<b>32</b>
<b>Figura 5. Fotografía de un panel JR3800</b>	<b>32</b>
<b>Figura 6. Arquitectura integral</b>	<b>35</b>
<b>Figura 7. Valoración DI</b>	<b>37</b>
<b>Figura 8. Dirección del proceso DI</b>	<b>37</b>
<b>Figura 9. Evaluación del diseño industrial</b>	<b>39</b>
<b>Figura 10. Diagrama de flujo de interfase del pc</b>	<b>44</b>
<b>Figura 11. Diagrama de flujo de rutina de sistema</b>	<b>46</b>
<b>Figura 12. Diagrama de flujo de rutina de teclado</b>	<b>48</b>
<b>Figura 13. Diagrama de flujo de rutina pic_lcd</b>	<b>49</b>
<b>Figura 14. Diagramas de flujo para modificación y ingreso de clave</b>	<b>52</b>
<b>Figura 15. Rutina para modificar hora (similar para todas las variables de tiempo)</b>	<b>53</b>
<b>Figura 16. Rutina para almacenar fallas</b>	<b>53</b>
<b>Figura 17. Desagregación funcional del dispositivo</b>	<b>55</b>
<b>Figura 18. Esquemática de la fuente</b>	<b>57</b>
<b>Figura 19. Comparador de ventana</b>	<b>57</b>

<b>Figura 20. Señal rectificada de las tres fases</b>	<b>58</b>
<b>Figura 21. Señal rectangular sincronizada con las fases</b>	<b>59</b>
<b>Figura 22. Esquema de prueba para secuencia de fase</b>	<b>60</b>
<b>Figura 23. Esquema eléctrico</b>	<b>61</b>

## **LISTA DE ANEXOS**

	<b>Pág.</b>
<b>Anexo A. Detalles microcontroladores</b>	<b>66</b>
<b>Anexo B. Datasheets reguladores</b>	<b>68</b>
<b>Anexo C. Comparador de ventana</b>	<b>70</b>
<b>Anexo D. Detalles max 232</b>	<b>71</b>
<b>Anexo E. Manual de usuario</b>	<b>72</b>

## GLOSARIO

**GRUPO ELECTROGENO:** grupo de elementos necesarios cuando se presenta un corte o déficit en el suministro de energía, suplen la alimentación eléctrica.

**IEC:** conjunto de normas para la fabricación de equipos eléctricos y electrónicos.

**NEMA:** asociación de normas y estándares para la manufactura de productos eléctricos.

**NTC 2050:** código eléctrico colombiano a partir del año 2004, se creó un reglamento técnico de instalaciones eléctricas, cuyo objetivo principal es garantizar la seguridad de personas, vida animal y vegetal, y la preservación del medio.

**SECUENCIA DE FASE:** referente a las redes trifásicas de alimentación conformadas por fases R, S y T. Están de manera secuencial, en desfase de  $\pm 120$  grados eléctricos entre ellas, es necesario identificarlas para su correcta conexión.

**TARJETA VELASQUEZ:** es una tarjeta encargada de la conmutación entre la red eléctrica de alimentación y la planta o generador de Emergencia, su función principal es verificar la tensión y la secuencia de fases, en caso de fallos conmutar al grupo electrógeno.

**TENDIDO ELECTRICICO:** es un término normalmente utilizado para referirse a la alimentación de la red comercial, en Colombia es 120 Vac a 60 Hz.

**TENSION DE FASE:** este término es aplicado para la diferencia de tensión entre dos líneas de red, en Colombia es de 220VAC.

## **RESUMEN**

La empresa municipal EMCALI, ha manifestado una necesidad a los estudiantes de Ingeniería Mecatrónica de la Universidad Autónoma de Occidente, ha planteado una problemática que dio origen a nuestro proyecto. Básicamente consiste en realizar un nuevo diseño de la actual tarjeta de transferencia que se utiliza en las instalaciones de la central telefónica de Colón en soporte eléctrico, desarrollando algunas mejoras personalizadas en la visualización, el tamaño, la electrónica aplicada y una implementación de seguridad en el acceso a las bases de tiempo de los temporizadores de este dispositivo.

Teniendo en cuenta los parámetros de mayor importancia para la empresa, se decidió hacer un estudio del funcionamiento de la tarjeta, en el cual, se realizó una búsqueda de información con los operarios del dispositivo y se consignaron sugerencias sobre posibles mejoras.

Se definieron las variables del proceso, estableciendo varios conceptos, de los cuales, por un método de selección, dio origen al nuevo concepto de la tarjeta de transferencia a diseñar, aumentando sus prestaciones, prestando un servicio de reportes remotos y locales, de menor tamaño y con una visualización más legible para el usuario, restricción del acceso y modificación de las bases de tiempo de los temporizadores, encargados de los tiempos de arranque, tiempos de conmutación de red comercial a planta de emergencia y viceversa.

Como valor agregado, la tarjeta ofrece una detención de los niveles de voltaje de la planta de emergencia, que el dispositivo anterior no ofrecía. El grupo electrógeno cuenta con un sistema de supervisión del motor generador, esta medida es considerada en la industria como redundancia de medida.

## INTRODUCCIÓN

En la central telefónica colón, una de las subdivisiones de la empresa EMCALI E.I.C.E, tiene la responsabilidad de establecer enlaces entre usuarios de líneas telefónicas, retransmisión de información de voz, controlar el sentido de las conexiones y toda la operación de comunicaciones, que requieren de un sistema de descuelgue, codificado del número y enlace de destino, que consta de las líneas de abonados y circuitos interurbanos de conexión. Para ellos es imprescindible el abastecimiento de energía para mantener el flujo eléctrico de manera permanente.

Las subestaciones eléctricas están encargadas de mantener el flujo eléctrico de manera constante, pero siempre es posible que se presenten fallos eléctricos como desfases, caídas de tensión, altos voltajes de tensión, inversión de fases o corto circuitos; debido a lo poco fiable del tendido eléctrico comercial, se implementan los grupos electrógenos, que en esta central telefónica, es uno de los mayores y más completos a nivel industrial en el Valle. Este grupo electrógeno consta de un sistema de doble alimentación de red eléctrica, un generador de combustión interna a diesel de gran potencia y un grupo de baterías, todo esto con el sólo propósito de mantener el funcionamiento continuo de la central.

Debido a que es indispensable el flujo eléctrico, es necesario un sistema de transferencia, en caso de que una red falle, que efectúe la conmutación del sistema de alimentación normal al sistema de emergencia, de manera correcta y en el tiempo adecuado. Es un paso obligatorio, que permite suplir esta necesidad, para eso se utiliza un dispositivo conocido como tarjeta de transferencia eléctrica.

El sistema de transferencia eléctrica está basado en el censado periódico de las fases y el funcionamiento dentro de los márgenes aceptables de nivel de voltaje, con la finalidad de brindar un nivel estable y que nos evite una sobrecarga o una sobre corriente en los dispositivos de comunicaciones.

El controlador de transferencia tiene unos tiempos de respuesta diferentes para cada planta de emergencia, por lo cual, se pueden configurar de acuerdo a las características técnicas del grupo electrógeno.

También, es importante tener información que indique su correcta operación o por el contrario, brindar en una interface, un reporte de alarmas detalladas para identificar la falla y efectuar las correcciones necesarias para restaurar el fluido eléctrico normal o de tendido eléctrico.

La importancia de este proyecto radica en la necesidad de mantener una alimentación eléctrica, que este dentro de los márgenes tolerables por los dispositivos que se conectan a ella, reporte de fallas recientes y un cambio en el tiempo adecuado y seguro para el sistema de energía del grupo electrógeno, que necesita también ser censado y conmutado cuando la alimentación vuelve a su estado normal y así, evitar daños y mantenimientos correctivos por parte de la empresa a los dispositivos de comunicación.

## **1. OBJETIVOS**

### **1.1 OBJETIVO GENERAL**

Diseño e implementación de un prototipo digital, con interface HMI por medio de display y pantalla del PC, para reporte de fallas y restricción al acceso a los temporizadores de la tarjeta, permitiendo una interfaz segura y entendible para los usuarios.

### **1.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Desarrollar una investigación sobre las tarjetas de transferencia de energía del mercado.
- Implementar el método de diseño concurrente o de producto para el dispositivo.
- Diseñar un esquema eléctrico del nuevo prototipo de transferencia.
- Crear una interfaz entendible y amigable del prototipo de la tarjeta.
- Diseñar un HMI compatible sobre las interfaces de comunicación RS232/RS485.
- Implementar un prototipo HMI dual, por medio de display y pantalla del PC, para controlar el acceso a los temporizadores.
- Realizar pruebas del prototipo en vacío, caliente y en funcionamiento.
- Elaborar el manual de usuario para mantenimiento y operario.



## **2. MISIÓN**

- **Descripción del producto**

- Equipo para transferencia de energía con interface que permita comunicación con un computador para lectura y reporte de fallas de los suministros de energía.

- **Principales objetivos de marketing**

- Introducir el producto en las otras centrales de la empresa Emcali.
- Ser pioneros en un nuevo concepto innovador de este dispositivo de transferencia de energía a nivel nacional de estos dispositivos.

- **Mercado primario**

- EMCALI, Central telefónica de Colón.
- Velásquez Ingenieros S.A.

- **Mercado secundario**

- Constructoras de edificios inteligentes.
- Hospitales.
- Empresas con equipos electrógenos.

- **Premisas y restricciones**

- Sistema con reporte de fallas recientes.
- Sistema con acceso restringido.
- Fácil de instalar y operar.
- Sistema digitalizado.
- Cumpla con las funciones del anterior dispositivo.

- **Partes implicadas**

- EMCALI.
- Distribuidores.
- Operadores de diseño.
- Operadores de manufactura.

### 3. OBTENCIÓN DATOS PRIMARIOS

Para la obtención de datos primarios se recurrió a la entrevista personal con técnicos e ingenieros encargados de la parte eléctrica y electrónica en la empresa EMCALI. Esta búsqueda interna, se realizó con el fin de entender las diferentes problemáticas que sufren los operarios con las tarjetas actuales y así, tener un planeamiento detallado de los aspectos que se deben mejorar y que partes se desean rediseñar, de acuerdo con las sugerencias y comentarios registrados.

- **Necesidades planteadas por un segmento de personas pertenecientes a técnicos e ingenieros de la empresa:**

- ❖ La actual tarjeta es análoga y para cambiar los tiempos de accionamiento, se debe recurrir a unos mini-switches que se encuentran en el exterior de la tarjeta.
- ❖ El acceso a la tarjeta y a los tiempos se encuentra desprotegido de tal manera que cualquiera puede cambiarlo a su antojo.
- ❖ El sistema de visualización es simplemente un grupo de leds y a veces no dan la información necesaria, debido a que se dañan y en ocasiones el operario no logra definir claramente cuál de las etiquetas corresponde al piloto encendido.
- ❖ La tarjeta debe soportar un ambiente hostil, bajo situaciones de trabajo difícil como humedad, calor y polvo excesivo.
- ❖ Se quiere llevar datos del proceso de transferencia por medio de la tarjeta a un computador portátil, para tener un registro de causas de la falla.
- ❖ El dispositivo actual es muy grande para las pocas funciones que desempeña, es necesario hacerlo más funcional y más pequeño con uso de nueva tecnología.

#### 3.1. INTERPRETACIÓN DATOS PRIMARIOS

La interpretación de los datos anteriormente obtenidos es muy importante, debido a que las palabras expresadas por los usuarios no reflejan la verdadera magnitud de lo realmente requerido, es por eso que se utilizan parámetros técnicos o de ingeniería, para hacer más concretos los requerimientos y necesidades.

- Que posea comunicación con un computador.
- Que de información sobre la falla.
- El dispositivo debe ser pequeño.
- Que tenga un aspecto físico amigable.
- Que el sistema proporcione información sobre el proceso.
- Que el dispositivo sea digital.
- Que sea de fácil mantenimiento.
- Que tenga larga vida útil.
- Que sea resistente al polvo y humedad del entorno.
- Que tenga un sistema de restricción para los temporizadores
- Que sea fácil de utilizar.
- Que sea amigable con el usuario.
- Que preste los mismos modos de función del anterior dispositivo (automático, manual y prueba).
- Que consuma poca energía.

### **3.2. CLASIFICACION DE PREMISAS**

- **Durabilidad.**

- Que sea resistente al polvo y humedad del entorno.
- Que sea de fácil mantenimiento.
- Que tenga larga vida útil.

- **Operación.**

- Que tenga un sistema de restricción para los temporizadores.
- Que sea fácil de utilizar.
- Que sea amigable con el usuario.
- Que posea comunicación con un computador.

- **Funcionamiento.**

- Que preste los mismos modos de función del anterior dispositivo (manual, automático y prueba).
- Que consuma poca energía.
- Que de información sobre la falla.
- Que proporcione información sobre el proceso.
- Que sea digital.

- **Estética.**
  - El dispositivo debe ser pequeño.
  - Que tenga un aspecto físico amigable.

#### 4. PLANTEAMIENTO DE NECESIDADES

- El dispositivo permite comunicación con un computador que se le conecte.
- El equipo proporciona información sobre la falla.
- El dispositivo es compacto y liviano.
- El dispositivo es agradable estéticamente.
- El equipo brinda información sobre el proceso.
- El dispositivo es digital.
- El equipo facilita su mantenimiento.
- El dispositivo funciona bien después de tiempos prolongados.
- El equipo es resistente a factores del entorno como polvo y humedad.
- El equipo funciona bien en diferentes ambientes climáticos.
- El equipo posee un sistema de restricción a usuarios.
- El equipo facilita el ajuste de los temporizadores.
- El dispositivo es fácil de utilizar.
- El equipo brinda las mismas configuraciones que el sistema anterior.
- El equipo demanda poca energía para su funcionamiento.

##### 4.1. TABLA DE IMPORTANCIA

Se evaluó la importancia que tendrán de las necesidades obtenidas en nuestro producto

**Tabla 1. Tabla de importancia**

No.	NECESIDAD	IMPORT
1	El dispositivo permite comunicación con un computador que se conecte.	5
2	El equipo proporciona información sobre la falla	5
3	El dispositivo es compacto y liviano	4
4	El dispositivo es agradable estéticamente	3
5	El equipo brinda información sobre el proceso	5
6	El dispositivo es digital	5
7	El equipo facilita su mantenimiento	3
8	El dispositivo funciona bien después de tiempos prolongados	3
9	El equipo es resistente a factores del entorno como polvo y humedad	4

No.	NECESIDAD	IMPORT
10	El equipo funciona bien en diferentes ambientes climáticos	4
11	El equipo posee un sistema de restricción a usuarios	5
12	El equipo facilita el ajuste de los temporizadores	4
13	El dispositivo es fácil de utilizar	3
14	El equipo brinda las mismas configuraciones que el sistema anterior	5
15	El equipo demanda poca energía para su funcionamiento	2

La importancia asignada a cada ítem se realizó tomando como base las necesidades más marcadas y observadas en los operarios, en ocasiones las necesidades eran reiteradas.

#### 4.2. MÉTRICAS Y UNIDADES

Se interpretan las necesidades, se evalúa si no existen necesidades redundantes y por último se les da un valor medible (métrica), y dentro de estos valores se diseña el producto enfocando mayores recursos, debido a que es lo primordial para el usuario.

**Tabla 2. Métricas y unidades**

Métrica No.	Necesidad No	Métrica	Importancia	Unidades
1	3	Peso	4	Kg.
2	3,4	Volumen ocupado	3	m <sup>3</sup>
3	3	Área ocupada	3	m <sup>2</sup>
4	11,12,13	Ajuste de tiempos	4	subjetivo
5	3,4	Aspecto visual	4	subjetivo
6	9,10	Permeabilidad	3	Darcy
7	1,2,11,12,13	Acceso	4	subjetivo
8	6	Digital	5	Subjetivo
9	1,2,5,6,11,12,13	Comunicación con PC	5	Subjetivo
10	6,15	Lógica TTL/CMOS	4	V
11	7,9,10	Vida útil de circuitos digitales	3	Días

Métrica No.	Necesidad No	Métrica	Importancia	Unidades
12	6,9,15	Disipación de potencia	3	mili Watts
13	7,9,10	Resistencia a la humedad	4	KiloCal. / m <sup>2</sup> K
14	12,13	Manuales de operación	4	Subjetivo
15	1,2,5,6	Velocidad de transferencia	4	Baudios

#### 4.3. RELACION DE METRICAS CON NECESIDADES

Tabla 3. Relación de Métricas con necesidades

			METRICA														
No	NECESIDAD	IMP	Peso	Volumen ocupado	Area ocupada	Ajuste de tiempos	Aspecto visual	permeabilidad	Acceso	Digital	Comunicación con PC	Lógica TTL/CMOS	Vida útil de circuitos digitales	Disipación de potencia	Resistencia a la humedad	Manuales de operación	Velocidad de transferencia
1	El dispositivo posee comunicación con un computador que se conecte.	5							*		*						*
2	El equipo proporciona información sobre la falla	5							*		*						*
3	El dispositivo es compacto y liviano	4	*	*	*		*										
4	El dispositivo es agradable estéticamente	3		*			*										
5	El equipo brinda información sobre el proceso	5									*						*
6	El dispositivo es digital	5								*	*	*		*			*
7	El equipo facilita su mantenimiento	3											*		*		
8	El dispositivo funciona bien después de tiempos prolongados	3															
9	El equipo es resistente a factores del entorno como polvo y humedad	4						*					*	*	*		
10	El equipo funciona bien en diferentes ambientes climáticos	4						*					*		*		
11	El equipo posee un sistema de restricción a usuarios	5				*		*		*	*						
12	El equipo facilita el ajuste de los temporizadores	4				*		*		*	*					*	
13	El dispositivo es fácil de usar	3				*		*		*	*					*	
14	El equipo brinda las mismas opciones que el sistema anterior	5						*	*	*						*	
15	El equipo demanda poca energía para su funcionamiento	3										*		*			

#### 4.4 ESTUDIO DE BENCHMARKING A TRAVES DE:

Se realizó el estudio de la competencia, para buscar nuevas aplicaciones para el producto y realizar un análisis de importancia de parámetros para otros productores, del mercado los más fuertes en cuanto a grupos electrógenos y transferencias de energía son:

VELASQUEZ S.A.  
SOCOMEC – ARON  
RAMON RUSSO

Al compararse con los diferentes competidores, se examina las virtudes y falencias que poseen productos similares en el mercado, y es muy notable que en lo referente a restricción a usuarios y comunicación por medio de PC, es muy débil este producto, por lo tanto, para desarrollar este prototipo de producto, de tal forma que sea competitivo, se requiere mejorar e innovar en estos dos aspectos de gran importancia para el diseño personalizado, para la empresa EMCALI.

#### 4.5. NIVEL DE IMPORTANCIA DE LAS NECESIDADES DE LOS CLIENTES EN PRODUCTOS COMPETIDORES

**Tabla 4. Nivel de Importancia de las necesidades de los clientes en productos competidores**

No.	NECESIDAD	IMP	RAMON RUSSO	VELASQUEZ	SOCOMEC
1	El dispositivo posee comunicación con un computador que se conecte.	5	*	*	**
2	El equipo proporciona información sobre la falla	5	***	**	**
3	El dispositivo es compacto y liviano	4	****	*	*
4	El dispositivo es agradable estéticamente	3	*	***	**
5	El equipo brinda información sobre el proceso	5	***	**	**
6	El dispositivo es digital	5	**	**	**
7	El equipo facilita su mantenimiento	3	***	**	***
8	El dispositivo funciona bien después de tiempos prolongados	3	**	***	****



			RAMON RUSO	VELASQUEZ	SOCOMEK
No.	NECESIDAD	IMP			
9	El equipo es resistente a factores del entorno como polvo y humedad	4	**	**	***
10	El equipo funciona bien en diferentes ambientes climáticos	4	*	*	**
11	El equipo posee un sistema de restricción a usuarios	5	*	*	*
12	El equipo facilita el ajuste de los temporizadores	4	**	*	**
13	El dispositivo es fácil de utilizar	3	**	*	****
14	El equipo brinda las mismas configuraciones que el sistema anterior	5	**	**	**
15	El equipo demanda poca energía para su funcionamiento	3	*	**	**

#### 4.6. RELACION DE METRICAS CON COMPETIDORES

Tabla 5. Relación de métricas con competidores

Métrica No.	Métrica	Importancia	Unidades	RAMON RUSO	VELASQUEZ	SOCOMEK
1	Peso	4	Kg.	40	4	70
2	Volumen ocupado	3	m <sup>3</sup>	0,36864	0,9877	0,546
3	Área ocupada	3	m <sup>2</sup>	0,9216	0,12996	0,39
4	Ajuste de tiempos	4	subjetivo	NO	NO	NO
5	Aspecto visual	4	subjetivo	Poco agradable	Agradable	Agradable
6	permeabilidad	3	Darcy	3,5	4,6	3,8
7	Acceso	4	subjetivo	No restringido	No restringido	No restringido
8	Digital	5	Subjetivo	Si	Si	Si
9	Comunicación con PC	5	Subjetivo	No	No	No

Métrica No.	Métrica	Importancia	Unidades	RAMON RUSO	VELASQUEZ	SOSOMEK
10	Lógica TTL/CMOS	4	V	12	12	12
11	Vida útil de circuitos digitales	3	Días	730	1000	1200
12	Disipación de potencia	3	Watts	12	12	50
13	Resistencia a la humedad	4	KiloCal. / m°K	10	10	10
14	Manual de operación	4	Subjetivo	Si	Si	Si
15	Velocidad de transferencia	4	baudios	x	x	x

Los competidores asignan diferentes valores a las soluciones dadas a las necesidades, se analizan estos valores y se origina una inclinación de nuestros esfuerzos, para el nuevo diseño del producto, que estén dentro del rango de estos valores, así el nuevo producto alcanzara un nivel de satisfacción en el cliente y el usuario final.

A partir de la anterior tabla de relación entre métricas y competidores, podemos concluir, que para este prototipo debe ser un factor diferenciador el restringir el acceso a los temporizadores de la tarjeta, así como el informe de fallas al usuario por medio del PC.

#### 4.7. ASIGNACIÓN DE VALORES IDEALES Y MARGINALES

Tabla 6. Asignación de valores ideales y marginales

	Métrica	Importanci	Unidades	Valor Marginal	Valor ideal
1	Peso	4	Kg.	<10	<4
2	Volumen ocupado	3	m <sup>3</sup>	<0,5	<0,3
3	Área ocupada	3	m <sup>2</sup>	<0,3	<0,1
4	Ajuste de tiempos	4	subjetivo	SI	SI
5	Aspecto visual	4	subjetivo	AGRADABLE	AGRADABLE
6	permeabilidad	3	Darcy	>3,5	>3,5
7	Acceso	4	subjetivo	Restringido	Restringido

	<b>Métrica</b>	<b>Importanci</b>	<b>Unidades</b>	Valor Marginal	Valor ideal
8	Digital	5	Subjetivo	Si	Si
9	Comunicación con PC	5	Subjetivo	SI	Si
10	Lógica TTL/CMOS	4	V	12	12
11	Vida útil de circuitos digitales	3	Días	>700	>1000
12	Disipación de potencia	3	Watts	12	12
13	Resistencia a la humedad	4	KiloCal. / m°K	10	10
14	Manual de operación	4	Subjetivo	Si	SI
15	Velocidad de trans	4	baudios	9600	9600

Conociendo el comportamiento de la competencia en el mercado, es claro definir que para el nuevo diseño se presenta un rango de valores a considerar para las métricas, el nuevo prototipo, no debe estar por debajo de su valor marginal y subjetivamente se traza un valor ideal, que especifica la meta a la que se quiere llegar con el proyecto, finalmente, se obtiene las especificaciones preliminares para el nuevo desarrollo.

#### 4.8. ASIGNACIÓN DE ESPECIFICACIONES PRELIMINARES

**Tabla 7. Asignación de especificaciones preliminares**

	<b>Métrica</b>	<b>Importanci</b>	<b>Unidades</b>	Valor
1	Peso	4	Kg.	4
2	Volumen ocupado	3	m <sup>3</sup>	0,2
3	Área ocupada	3	m <sup>2</sup>	0,1
4	Ajuste de tiempos	4	subjetivo	SI
5	Aspecto visual	4	subjetivo	AGRADABLE
6	permeabilidad	3	Darcy	4
7	Acceso	4	subjetivo	Restringido
8	Digital	5	Subjetivo	Si
9	Comunicación con PC	5	Subjetivo	Si
10	Lógica TTL/CMOS	4	V	12

	<b>Métrica</b>	<b>Importanci</b>	<b>Unidades</b>	<b>Valor</b>
11	Vida útil de circuitos digitales	3	Días	1200
12	Disipación de potencia	3	Watts	12
13	Resistencia a la humedad	4	KiloCal. / m°K	10
14	Manual de operación	4	Subjetivo	SI
15	Manual de usuario	4	Subjetivo	SI

Del análisis de los competidores, se producen los valores de las especificaciones preliminares, dentro de las cuales esta especificado el nuevo prototipo. Teniendo en cuenta la competencia se optimizan estos valores, para lograr sacar un nuevo producto competitivo. Pero, es necesario establecer un punto de equilibrio de costos y calidad, es decir, que el nuevo prototipo, debería establecerse con precios actuales del mercado, presentando previamente varias opciones de proveedores y diferentes calidades.

## **5. GENERACION DE CONCEPTOS**

- **Método de las cinco etapas**

### **5.1. CLARIFICAR EL PROBLEMA**

- **Descripción del producto.**

Equipo para transferencia de energía con interface que permita comunicación con un computador para lectura y reporte de fallas del suministro de energía.

- **Necesidades.**

- El equipo proporciona información sobre la falla.
- El equipo brinda información sobre el proceso.
- El dispositivo funciona bien después de tiempos prolongados.
- El equipo posee un sistema de restricción a usuarios.
- El equipo facilita el ajuste de los temporizadores.

- **Especificaciones.**

- Uso continuo del equipo mínimo 2 semanas.
- Número mínimo de fallas guardadas en memoria 3.
- Modificación de acceso a los temporizadores.
- Equipo es fácil de utilizar.
- El equipo brinda las mismas configuraciones que el sistema anterior.
- El dispositivo posee comunicación con un computador que se conecte.

- Descomposición funcional del sistema (ver figuras 1 y 2)

Figura 1. Esquema descomposición 1

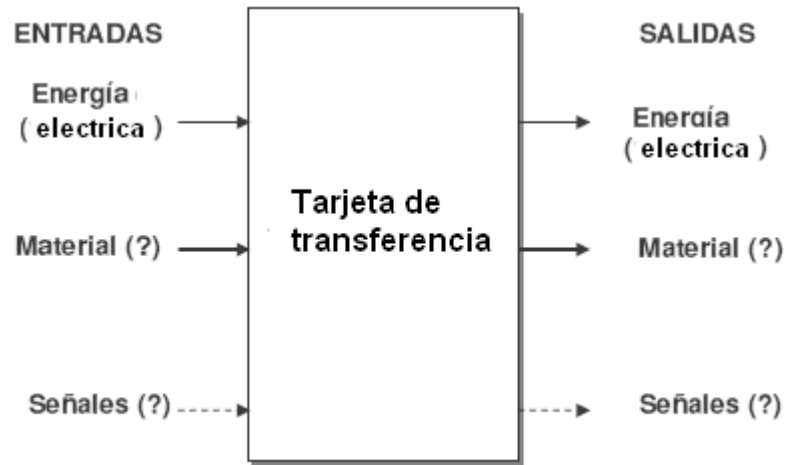
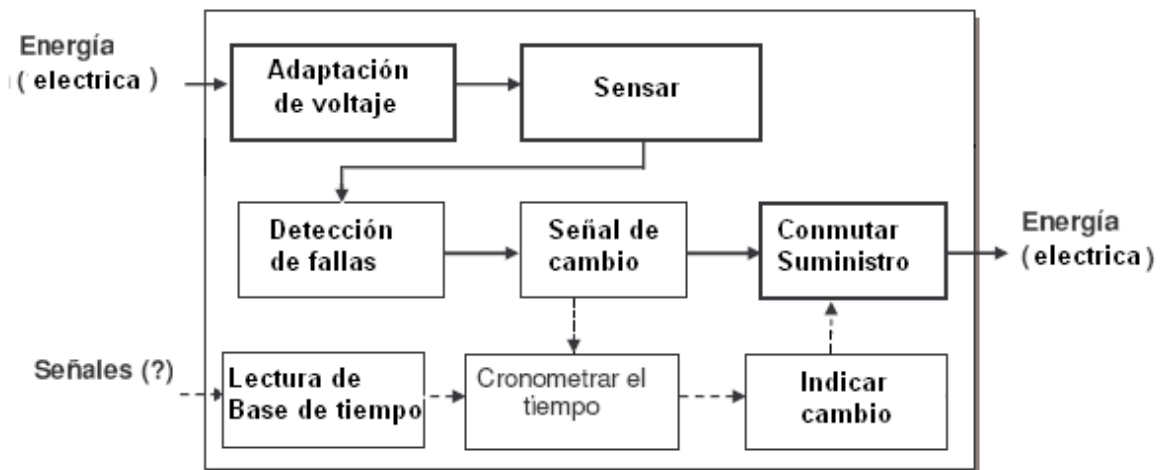


Figura 2. Esquema descomposición 2



## 5.2. CONSULTA A EXPERTOS

- **Manual del ITAC22K (ver figura 3).** Un producto de última generación, que sirve para hacer el control automático de los recursos de energía en las Transferencias Automáticas, las funciones principales de este dispositivo, incluyen censado del nivel de voltaje de suministro de red comercial, dar orden de arranque a la planta, en caso de fallas por bajo o alto voltaje, falta de fase y problemas de inversión de secuencia de fase, pasar de nuevo al suministro principal, una vez se

restablezca el sistema principal, permite trabajar la planta un momento en vacío para que se enfríe, cuenta con señalización por medio de leds.

El sistema de protección para acceso a los temporizadores es por medio de miniswitches, los cuales son operables de 0-30 segundos; para el encendido de planta y permite calibraciones de 0 +/- 30 %, cuenta con los tres modos convencionales de estos dispositivos: automático, manual y prueba.

**Figura 3. Fotografía del esquema de ITAC22K**

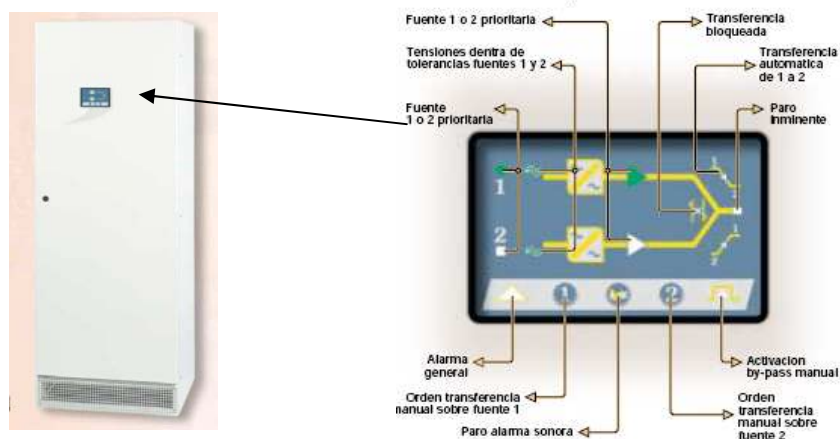


Fuente: Manual modulo ITAC22K [en línea]. Santiago de Cali: Velasquez Ingenieros Asociados Ltda, 2008. [Consultado 20 de Julio de 2008]. Disponible en Internet: [http://www.velasquez.com.co/paginas/control\\_de\\_transferencia.htm](http://www.velasquez.com.co/paginas/control_de_transferencia.htm)

- **MTC Modulo de transferencia de carga del grupo Socomec (ver figura 4).** Presenta una serie de configuraciones para sistemas monofásicos y trifásicos, dependiendo la demanda del cliente para corriente, los módulos permiten transferir desde una fuente de energía a otra sin ninguna interrupción; para este proceso efectúan control en los parámetros para permitir una alimentación segura y sin interrupciones, ofrece un panel de control completo, que permite monitorización remota si el cliente lo requiere y permite el funcionamiento de manera automático o manual de transferencia y retorno.

En caso de que el usuario lo indique la empresa puede realizar una conexión con el PC e indicar el proceso por medio de una interface, comprando un modulo externo.

**Figura 4. Esquemas del MTC**



Fuente: Catalogo de modulo integrado de cargas [en línea]. Madrid: Socomec – Aron Power solutions, 2001. [Consultado 20 de Julio de 2008]. Disponible en Internet: <http://www.socomec-aron.com/Documentos/Catalogos/dds-49025.pdf>

- **Controlador de grupo electrógeno JR3800 (ver figura 5).** Un modulo integrado, que entre las distintas funciones que tiene el JR3800, está la de proteger al motor por temperatura, presión de aceite y al generador por sobre o baja velocidad. Cumple las funciones de secuencia de encendido del motor y realizar el control de transferencias de carga. Todas estas funciones tienen opciones que pueden ser programadas.

**Figura 5. Fotografía de un panel JR3800**



Fuente: Especificaciones modulo integrado JR3800 [en línea]. Salta: Ingenieros Ramón Russo, 2005. [Consultado 20 de Julio de 2008]. Disponible en Internet: <http://www.ramonrusso.com.ar/jr3800.html>



El quipo cuenta con una gran variedad de señalizaciones visibles y sonoras también configurables. Puede ser controlado en cuatro modos de funcionamiento, a los que se acceden en forma secuencial desde un botón ubicado en el panel frontal, y son los siguientes: Apagado/Reset, Manual, Automático y Prueba de motor.

- **Entrevista a usuarios avanzados**

- ¿Cómo es el proceso de transferencia de energía en un edificio inteligente?

En edificios inteligentes la transferencia de energía eléctrica se efectúa en forma automática, esto significa que ante cualquier corte de energía eléctrica, enciende el grupo electrógeno y los pisos vuelven a tener energía en diez segundos, una vez que regresa la energía eléctrica, se les avisa a los pisos que volverá a cortarse la energía durante 10 segundos, para que vuelva a abastecer la red comercial, en lugar del grupo electrógeno y se vuelve a hacer la transferencia de energía.

- ¿Cuál considera usted una buena manera de monitorear esta transferencia?

Dicha transferencia se debe monitorear a través de una PC, pero generalmente hay un conjunto de leds que indican el proceso.

- ¿Qué pasa si no funciona la transferencia automática?

En este caso se coloca el sistema en forma manual y los técnicos realizan dicha transferencia la diferencia es el tiempo que se tarda.

- ¿Qué pasa si los temporizadores han sido modificados?

Pues en ese caso, el sistema puede responder de 2 maneras, una si el tiempo ha sido prolongado, el cambio se demora más, pero en el caso contrario, si el cambio se efectuase sin lograr un nivel de potencia necesario para funcionar, se puede disminuir la longevidad del motor generador.

### **5.3. BÚSQUEDA INTERNA**

Principalmente nuestra función para este dispositivo es un desarrollo de software y una innovación de diseño digitalizada, que permita restringir el acceso a los temporizadores y nos entregue un informe sobre las fallas que se han ocasionado recientemente, por lo tanto, nuestro rediseño va a estar orientado a los detectores de inversión de fase y caídas de voltaje que existan en el mercado, sin discriminar otros posibles métodos para censado y secuencia de fases.

#### **5.4. DISEÑO A NIVEL DE SISTEMA**

En esta fase del desarrollo de diseño y prototipado de la tarjeta de transferencia de energía, el grupo de diseño, analizó desde diferentes perspectivas el producto, lo dividió en subsistemas o conjuntos físicos, para así abstraer los ladrillos o bloques básicos constitutivos del mismo.

También se analizó los tipos de arquitectura a implementar en el nuevo dispositivo, teniendo en cuenta, que este proceso arquitectural se viene dando desde las fases iniciales, pero en esta etapa donde se plasmará claramente su definición y las consecuencias que traerá su aplicación para las siguientes fases del proceso de desarrollo y diseño de productos.

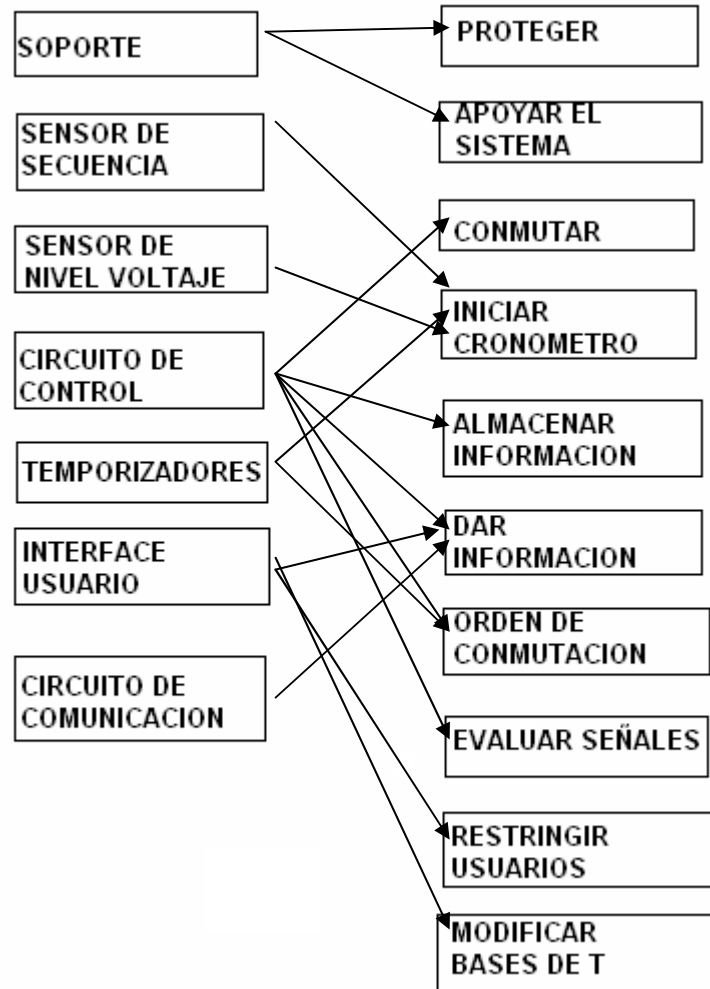
#### **5.5. ARQUITECTURA INTEGRAL**

Debido a que el producto a diseñar y desarrollar, debe caracterizarse por su simplicidad y permitir la comunicación con el computador, para generar una innovación en este tipo de productos, además de ofrecer una modularidad bien definida por las necesidades expresadas por los usuarios, se siguieron una serie de pasos, para establecer una arquitectura integral.

A partir de los diferentes elementos que conforman el producto, observados por el grupo de diseño, se realizó un esquema del producto y posteriormente, se agruparon en conjuntos (Chunks), se observa el arreglo de elementos funcionales en conjuntos y se elaboró la distribución geométrica del mismo, para así poder apreciar con claridad los diferentes tipos de interacciones entre elementos.

Las interacciones de tipo fundamental se muestran en el arreglo de elementos funcionales en conjuntos (ver figura 6).

**Figura 6. Arquitectura integral**



## **6. DISEÑO INDUSTRIAL**

- Realizar una valoración de las necesidades ergonómicas y estéticas teniendo en cuenta los elementos estudiados y aplicados a las especificaciones de cada proyecto en particular. Justificar su valoración refiriendo a las características específicas del producto que desarrolla.
- Analizar la predominancia de los aspectos tecnológicos o de los aspectos de los usuarios. Justificar su clasificación refiriendo a las características específicas del producto que desarrolla.
- Incluir bocetos o modelos necesarios para mostrar el diseño industrial propuesto y sobre los cuales hizo el análisis.

### **6.1. NECESIDADES ERGONÓMICAS**

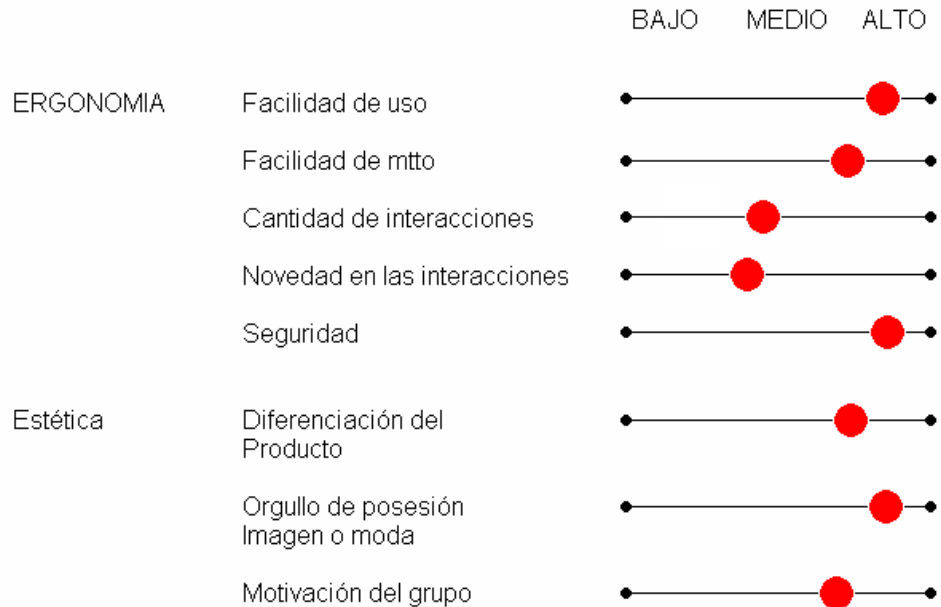
- La tarjeta de transferencia debe tener superficies suaves y debe estar libre de puntas filosas que puedan ser peligrosas para el usuario.
- La tarjeta de transferencia debe ser de fácil conexión, manejo y de fácil encendido.
- La tarjeta de transferencia posee un sistema de fácil ensamblaje, que permita un acceso simple al interior del diseño para su posterior mantenimiento.
- La tarjeta de transferencia posee un sistema interno para modo de prueba que permite la verificación del correcto funcionamiento de la planta de emergencia.

### **6.2. NECESIDADES ESTÉTICAS**

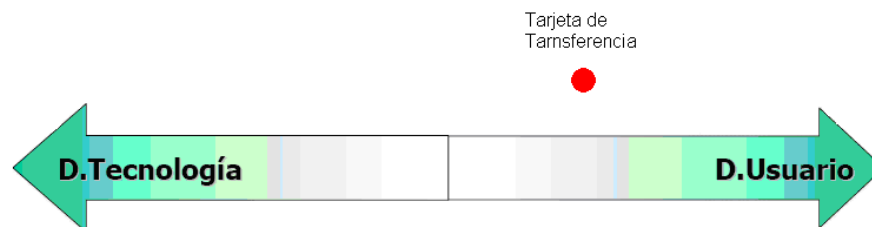
- La tarjeta de transferencia debe tener sentido estético y debe ser orgullo de posesión al propietario.
- La tarjeta de transferencia deberá ser reconocida por su diseño de interface.

- Valoración diseño industrial (ver figura 7).

**Figura 7. Valoración DI**



**Figura 8. Dirección del proceso de DI**



La tarjeta de transferencia es un producto dominado por el usuario, ya que es de mayor interés que haya interacción con la misma, que permita obtener información. Por otro lado, una de las especificaciones técnicas, refiere a que la tarjeta desempeñe las mismas funciones que la anterior, cambiar las bases de tiempo, de acuerdo al tiempo de respuesta del grupo electrógeno asociado. Sin embargo, no se debe olvidar que el dispositivo es un artefacto novedoso e innovador, que está vinculado a la tecnología, por eso se piensa utilizar los mejores dispositivos que estén al alcance del diseño y del cliente.

### 6.3. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE DISEÑO INDUSTRIAL

❖ **Calidad de interfaces de usuario.** El uso del producto será especificado en el manual de operaciones que se entrega al usuario.

Las diferentes interfaces deben ser de alta calidad debido a que brindan características específicas y muy importantes sobre el proceso de transferencia, para llevar a cabo esta tarea, la visualización se realiza en el respectivo display o si el usuario lo desea, a través de la interfaz grafica, ejecutada en el computador personal, una vez este se conecte a la tarjeta.

❖ **Requerimientos emocionales.** Este producto es atractivo al público, debido a su estética visual y a su calidad de graficas en las interacciones con el usuario. El producto inspira orgullo de posesión, ya que es personalizado para esta central sin embargo, los posibles clientes no están interesados en imponer moda.

El producto terminado inspira orgullo dentro del grupo de desarrollo debido a ser una meta alcanzada.

❖ **Facilidades de mantenimiento y reparación.** El mantenimiento de carácter electrónico es sencillo, pero se debe aclarar que requiere un nivel necesario de conocimiento para poder realizarlo y remitirse al manual de usuario, para verificar el correcto funcionamiento.

El mantenimiento de carácter mecánico no requiere demasiado tiempo debido a que hay pocas piezas mecánicas, la mayoría es parte electrónica, el mantenimiento se reduce a cambiar o reemplazar las partes dañadas dentro de los circuitos electrónicos y a la limpieza eventual debido a la exigencia de la atmosfera de trabajo del producto.

❖ **Uso apropiado de recursos.** El material utilizado está en un punto intermedio dentro de la gama de materiales de óptimas características para la elaboración del producto.

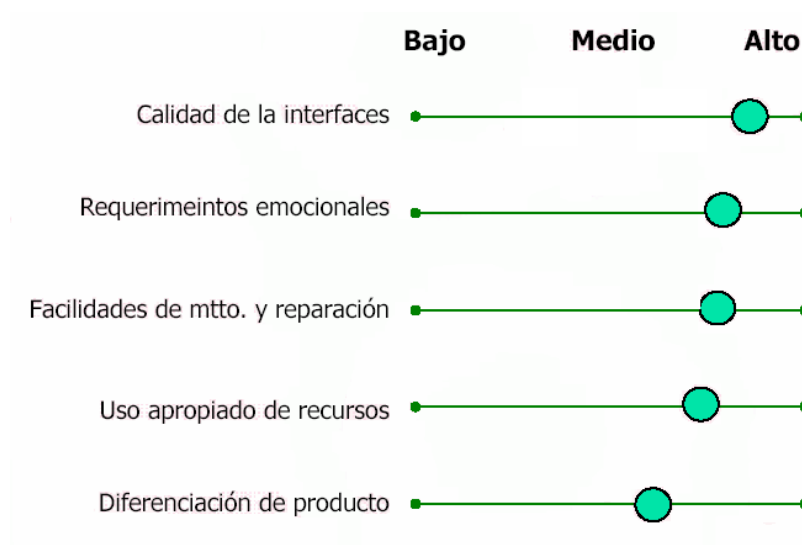
En especial el material que provee la suficiente resistencia y maleabilidad para ser usado como recubrimiento, soporte y jaula de Faraday para aislar los campos generados por los transformadores y el motor generador.

El dispositivo sobre diseñado cumple con los requerimiento exigidos por el cliente, así que, se esta asegurando la satisfacción del mismo, los aspectos ambientales han sido considerados, de alguna manera se espera cumplir con las normas ambientales para este tipo de productos.

❖ **Diferenciación del producto.** El producto puede ser distinguido debido a que es un producto innovador, que posee nueva tecnología. La introducción y su aplicación en todas las centrales de EMCALI, tiene que ver con la calidad y la satisfacción que se alcance con el prototipo.

- **Evaluación calidad de diseño industrial (ver figura 9).**

**Figura 9. Evaluación de la calidad del DI**



## **7. DISEÑO PARA MANUFACTURA (DPM)**

### **7.1. ESTIMACIÓN DEL COSTO DE MANUFACTURA**

Costo de componentes		
Partes estándares		
Electrónica	(\$250000)	
Tornillos	(\$5000)	
Cableado	(\$10000)	
Computador personal (portátil)	(\$3000000)	* El cliente ya lo posee
Partes propias		
Carcasa	(\$65000)	
Mano de obra		
Diseñadores	(\$1920000 c/u)	* corre por cuenta de
los pasantes		

Para este proyecto se ha consultado con el asesor de la central telefónica de Colón, consiguiendo una respuesta positiva, sobre cualquier material e implemento electrónico que el proyecto implique, incluso, en caso de daño de algunos componentes, su reemplazo por parte de la empresa.

El costo en el mercado de algunos componentes para el producto, que suman un costo de alrededor de \$ 380.000, para el proyecto se implementara un diseño que no sobrepase este tope económico.

### **7.2. COSTO DE ENSAMBLAJE**

Este costo no está predominado por el tiempo de ensamblaje, que no es mucho debido a las pocas piezas ensamblable que posee el prototipo y por la facilidad a la hora de unir piezas ya que es un proceso intuitivo y no permite un ensamblaje erróneo, no necesita de un complicado manual de instrucciones para ensamblarlo.

El diseño original se planeó con base a la nomenclatura utilizada en la anterior tarjeta, con una protección tanto de emisiones magnéticas como del entorno, pero de igual manera costosas, como los de potencia, que incrementan el costo del producto, se toman opcionales más económicos para el prototipo de prueba, pero esta decisión se tomará en cuenta las necesidades del cliente.



### 7.3. PRECIO DE VENTA SUGERIDO

Durante el tiempo de desarrollo del primer prototipo se invirtieron:

$$\$12.020.948 + \$250.000 \text{ Materiales}$$

Este valor incluye mano de obra de los diseñadores y equipo necesario para su desarrollo.

Para 45 equipos, que se requieren en las subestaciones y centrales telefónicas de la empresa, el costo de producción total sería:

$$\$11.000.000$$

Para recuperar nuestra inversión se debe vender cada producto en un precio mínimo de:

$$PVU = 23.270.948 / 45 = \$517.132$$

El precio sugerido es de \$ 520.000 por producto, recuperando nuestra inversión y permitiendo posteriores ganancias en ventas potenciales.

## **8. DISEÑO PARA MANTENIMIENTO (DPM)**

Para la facilidad del mantenimiento a la hora del diseño, se implemento partes fáciles de desmontar, haciendo uso de bases portadoras de integrados, las cuales evitan el proceso de soldar y desoldar en la plaqueta.

En el proceso de diseño se trato de eliminar al máximo elementos que requieren bastante tiempo de ensamblaje, como lo son tornillos, tuercas y arandelas, sin embargo, existen casos críticos donde no existe otra opción que además de sujeción, brinde un equilibrio entre fuerza y peso dentro del diseño.

Como se sabe, los componentes electrónicos requieren poco mantenimiento, debido a que las partes electrónicas cuando fallan, por lo general, es porque deben cambiarse por nuevas, es por esto que las partes que requieren un mayor mantenimiento son los relés mecánicos, y el mantenimiento se puede reducir a la limpieza eventual y analizar el comportamiento de los circuitos.

## 9. DISEÑO DE HARDWARE Y SOFTWARE

### 9.1 DISEÑO DE SOFTWARE

**9.1.1 Software para interface pc.** Dada la gran importancia que se le dio a la comunicación con el PC, por parte del usuario, para reporte de fallas y a su preponderante papel que juega la interface como carta de presentación del proyecto se consideraron los siguientes aspectos:

Elegancia  
Sencillez  
Organización estructural  
Manejo de Imágenes  
Ayudas  
Presentación de la información

La interface tiene como objetivo dar información, pero de manera ordenada, sin saturar al usuario de datos. Una interface debe tener un equilibrio entre el lenguaje visual, que es una representación gráfica de un evento y el vocabulario formal, lo que se pretende es mejorar los tiempos de asimilación, entendimiento e interpretación de la información.

Actualmente existen muchas herramientas que permiten ensamblar e integrar elementos de nivel superior, y relacionarlos con un icono visual que describe el proceso, para nuestro caso, el cliente nos brindo la licencia de Visual Basic, para el desarrollo de la aplicación.

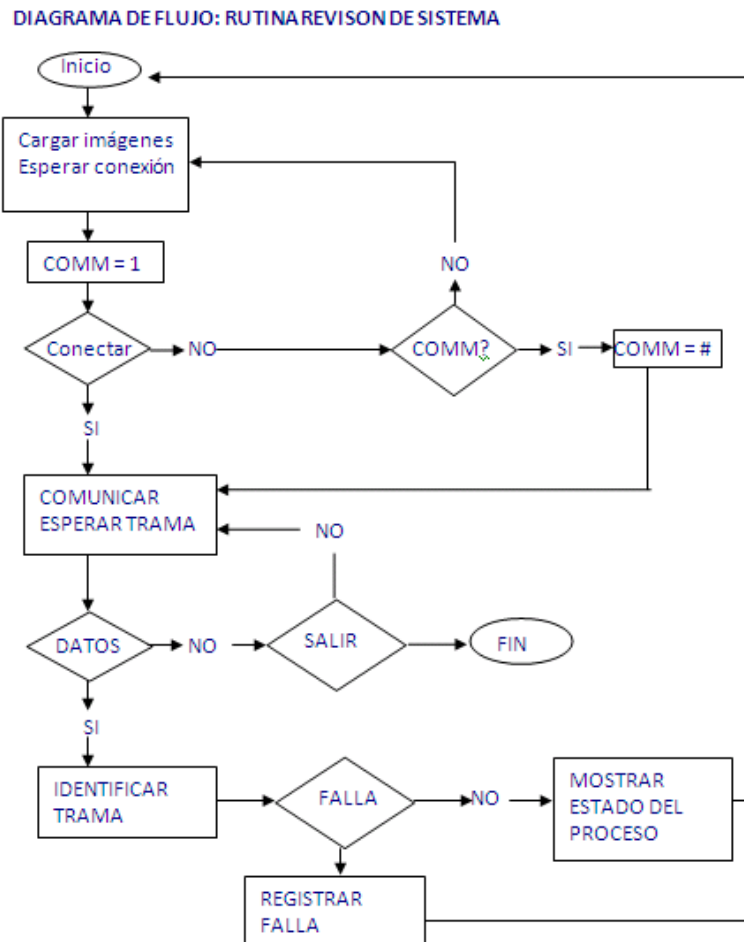
El diseño del software para el computador, está directamente relacionado con la secuencia de eventos atendidos por el microcontrolador del proceso. Se realizó la interface del computador y la creación de un archivo de registro diario, con mayor número de eventos almacenados, porque a diferencia del microcontrolador, permite tener un registro mayor, debido a la memoria del dispositivo.

Es necesario establecer una trama de comunicación entre los dos equipos, que contengan los mismos valores de las variables del proceso, por lo tanto se debe definir la cantidad de datos a enviar, el orden de datos para su posterior extracción, permitiendo tener una mejor interpretación y visualización de los datos del proceso.

La trama se definió por dos variables, pero desde el microcontrolador se origina una primera transmisión de inicio, el cual permite filtrar la información,

posteriormente se usa el primer carácter para referirse al sistema por el cual es alimentado el flujo eléctrico y el segundo para su estado. Las fallas que se presentan, también están asignadas con la primera variable, al sistema de alimentación y la segunda corresponde a la causa de la falla.

**Figura 10. Diagrama de flujo de interfase del pc.**

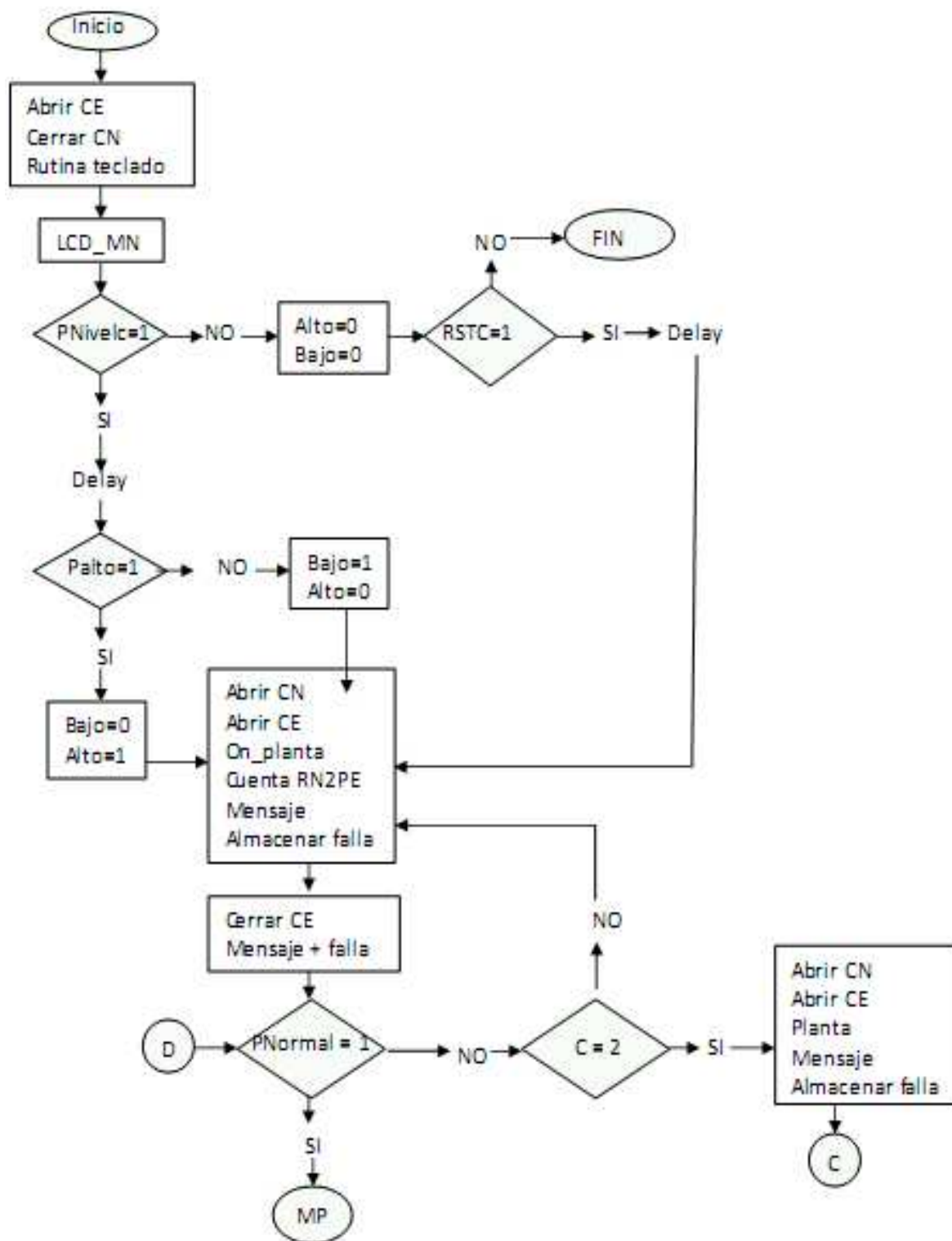


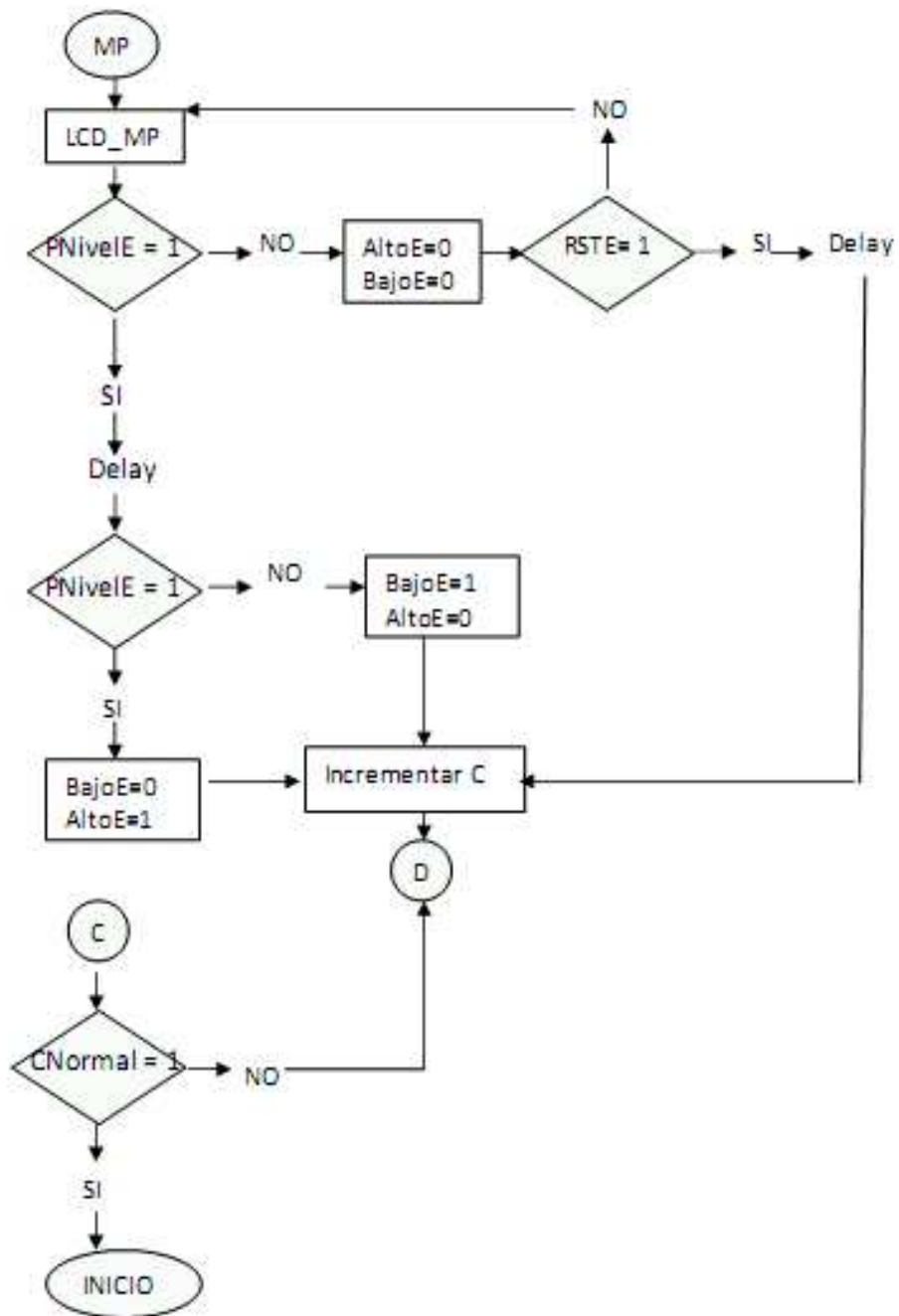
**9.1.2 Software para micro controlador.** Se desarrolló un programa enfocado al paradigma orientado a objetos, es decir, que el software, se organiza como una colección de objetos discretos, que estructuran el programa, permitiendo efectuar tareas definidas, como lo son las rutinas de inicio del LCD, inicio del reloj de comunicación I2C, entre otras; cada proceso contiene métodos y tareas repetitivas y los objetos facilitan al programador optimizar el uso de estas tareas haciendo sólo un llamado al método.

También debido a la multiplicidad que ofrece la programación orientada a objetos, se crearon agregados recursivos y directos, que permiten acceder de una subrutina a otra, permitiendo mezclar la información entre las clases, manteniendo siempre la información actualizada de acuerdo al evento.

Algunos programadores recomiendan hacer un diagrama de estados para la creación de las clases y utilizar posibles escenarios, donde el usuario final siempre este dirigido por las opciones programadas, de manera no se pierda en el software y este no le resulte incomodo para realizar modificaciones. Además de intentar crear subclases que tengan eventos asociados y no redundantes, para reutilizar código y maximizar las prestaciones del equipo. Siguiendo estos consejos, nuestros esfuerzos de diseño de software, se enfatizaron en el desarrollo de diagramas de flujo pensando en el usuario.

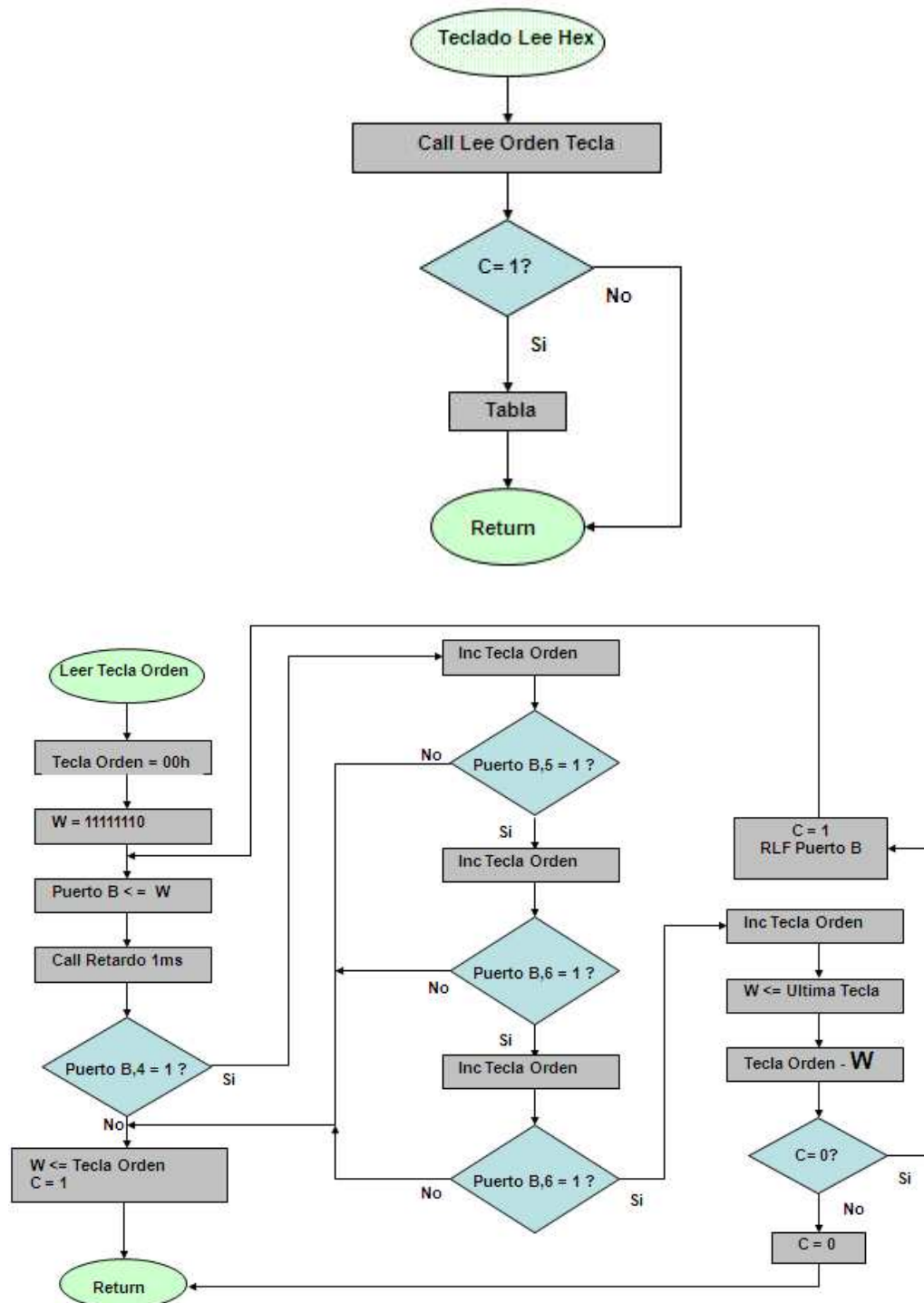
**Figura 11. Diagrama de flujo de rutina de sistema.**





El diagrama de la rutina de revisión del sistema, es referente a la atención de las interrupciones programadas en el microcontrolador.

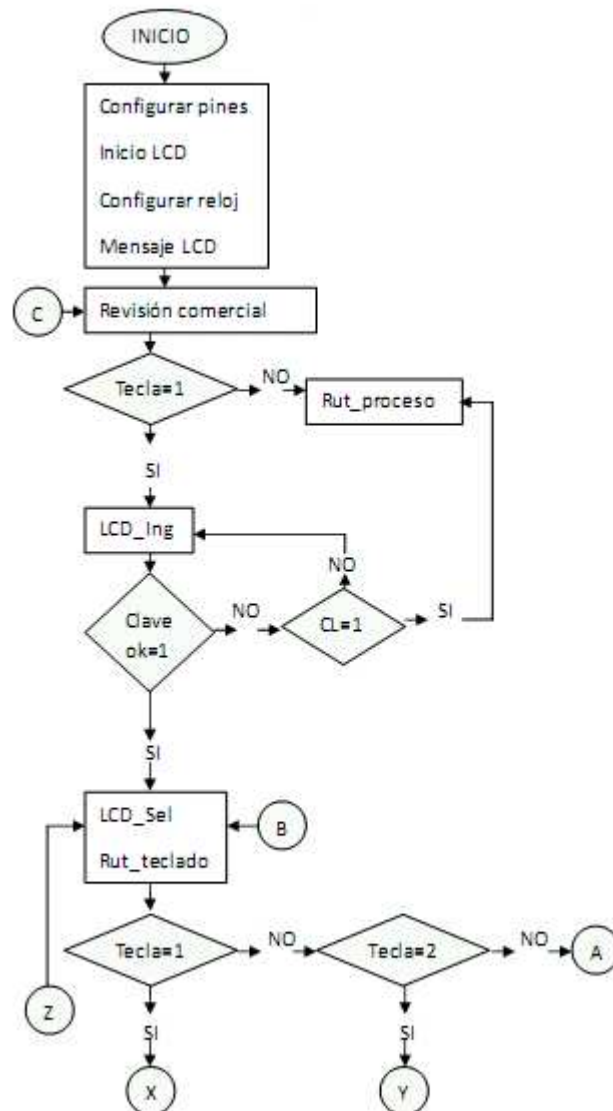
Figura 12. Diagrama de flujo de rutina de teclado.

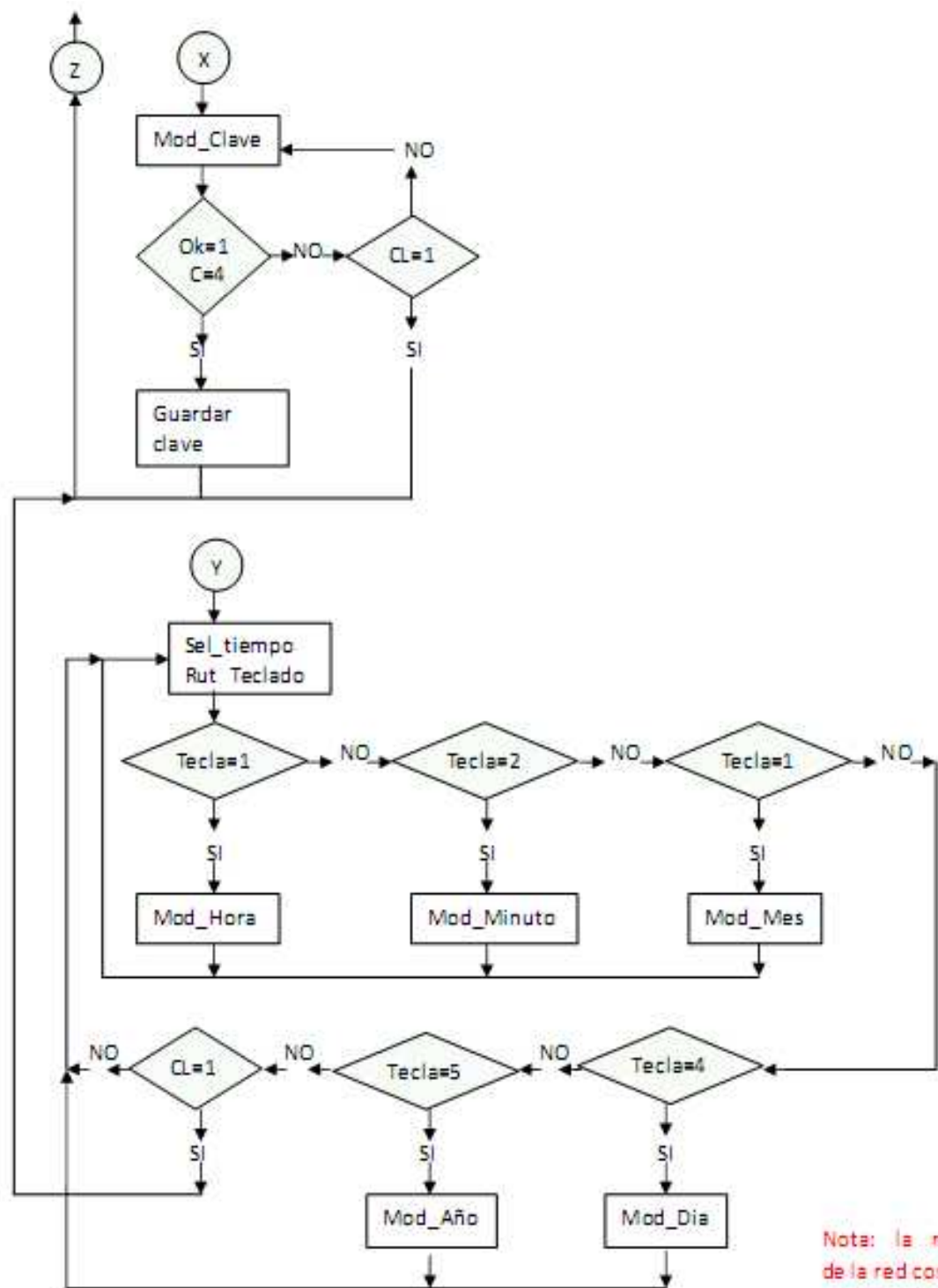


Fuente: Material de clase de Microcontroladores. Profesor Jorge Benavidez. SENA. Santiago de Cali, 2007.

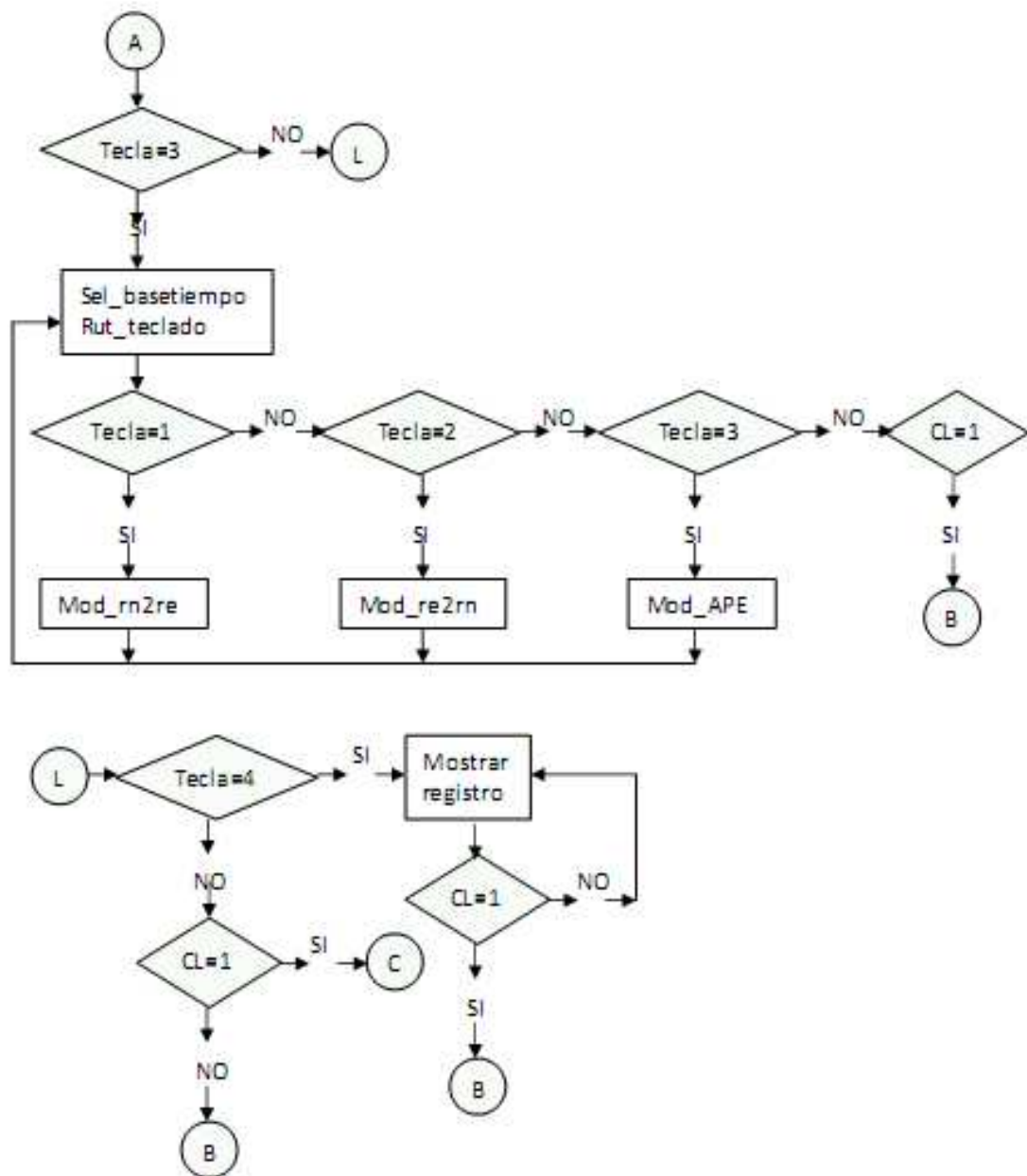


Figura 13. Diagrama de flujo de rutina pic\_lcd.



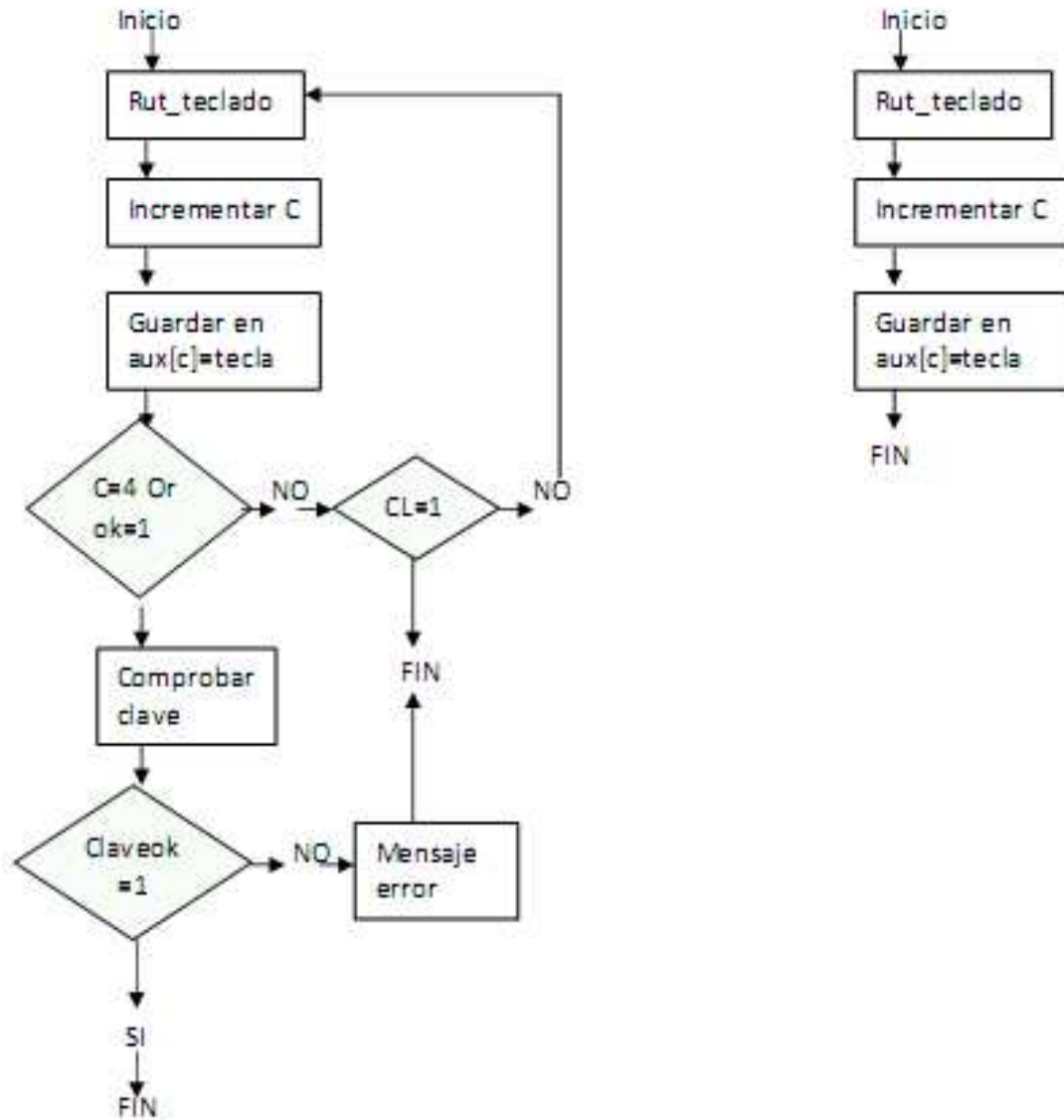


Note: la revisión de la red comercial es continua



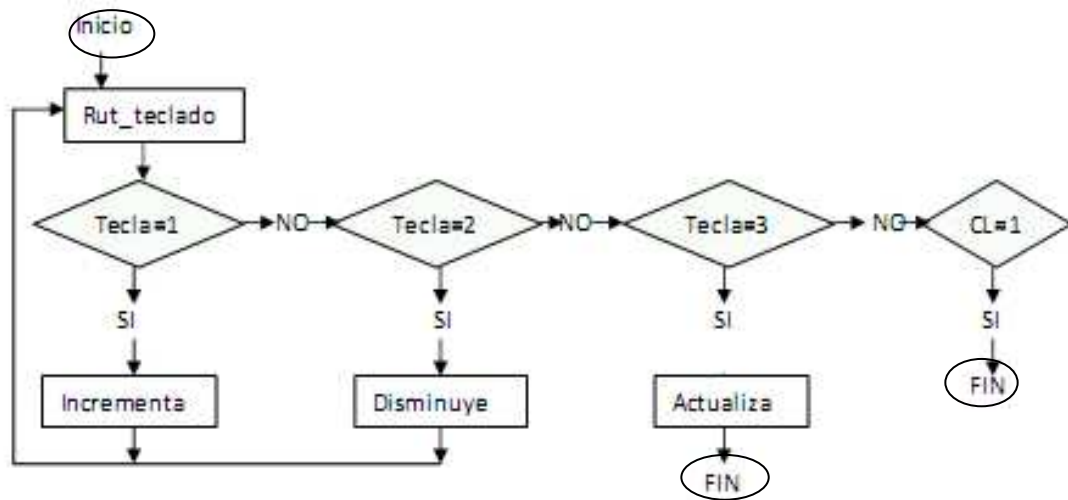
El diagrama de rutina de PIC\_LCD es el proceso de comunicaciones del microcontrolador con el Display y el teclado, para establecer las modificaciones de bases de tiempo y registros.

Figura 14. Diagramas de flujo para modificación y ingreso de clave.

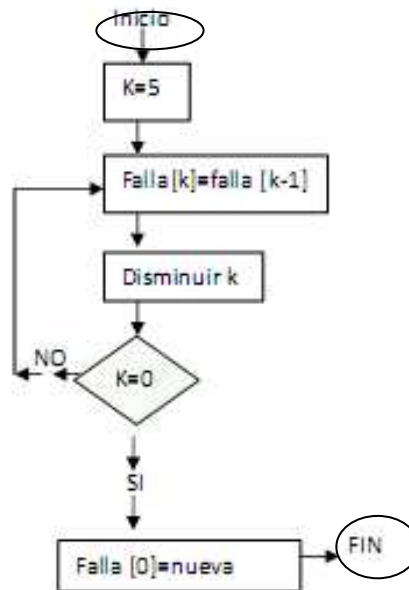


El diagrama de rutina para ingresar clave es una rutina de verificación de la clave almacenada en el dispositivo, la cual puede modificarse de acuerdo a la rutina para modificar clave.

**Figura 15. Rutina para modificar hora (similar para todas las variables de tiempo)**



**Figura 16. Rutina para almacenar fallas.**



El diagrama para almacenar fallas se activa una vez se inicie el proceso de encendido de planta, se organiza un vector donde almacena la nueva falla y se realiza la actualización de la falla.

## 9.2 COMUNICACIONES MICROCONTROLADOR A COMPUTADOR

En las comunicaciones existen tres componentes que la conforman, un medio para establecer comunicaciones, un receptor de información y un emisor. El medio, en nuestro diseño es un cable DB9, que respeta los estándares de RS232, uno de los niveles más bajos, en el modelo de referencia OSI; el modelo OSI establece una serie de capas de comunicación o niveles físicos, de acuerdo a las tramas y las señales eléctricas utilizadas.

La comunicación serial, se define así, por que viene un tren de bits, que dependiendo de los parámetros de configuración pueden ser 8 o 7 y si se desea, un BIT o 2 de parada.

El formato de envío de caracteres por serial es en ASCII, un código estándar americano para intercambio de información, con 256 caracteres codificados para una secuencia de 8 bits o 128 caracteres para una secuencia de 7 bits.

La trama está definida por dos variables, debido a que la confiabilidad en la transferencia de tramas disminuye a medida que se hacen más complejas, por lo tanto, desde el microcontrolador se origina un envío de estado cada ciclo del proceso, permitiendo evaluar constantemente sobre los nuevos datos del sistema, además de filtrar la información.

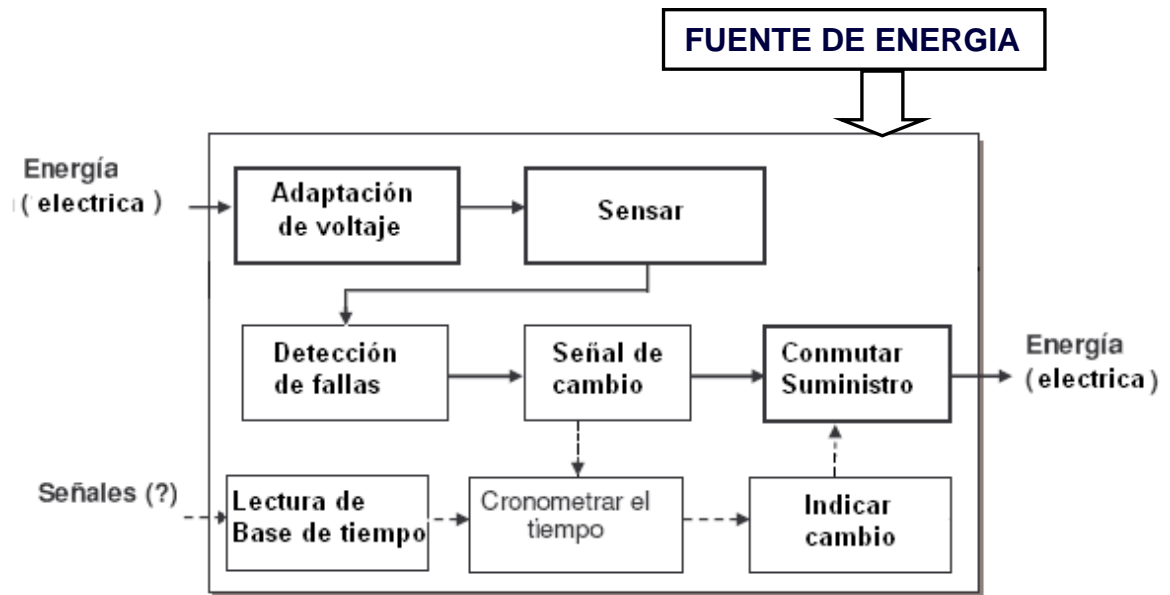
Explicando brevemente, el primer carácter se usa para referirse al sistema por el cual es alimentado el flujo eléctrico y el segundo para su estado; las fallas que se presentan, también están asignadas con la primera variable, al sistema de alimentación y la segunda corresponde a la causa de la falla.

### ❖ Nomenclatura Trama.

- KN      Comercial en estado Normal.
- PN      Planta Nivel Normal.
- KS      Falla secuencia comercial.
- KB      Falla Bajo nivel comercial.
- KA      Falla Alto nivel comercial.
- PS      Falla secuencia de planta de emergencia.
- PB      Falla Bajo nivel de planta de emergencia.
- PA      Falla Alto nivel de planta de emergencia.
- ZZ      Cuando ningún sistema está funcionando.

### 9.3 DISEÑO HARDWARE

Figura 17. Desagregación funcional del dispositivo



**9.3.1 Fuente de alimentación y adaptación de voltaje.** La fuente de alimentación (ver figura 11) se realizó, teniendo en cuenta los conceptos desarrollados a través de los cursos como electrónica analógica 1 y 2, teniendo como base esos conceptos, se diseñó una fuente pensando en las diversas condiciones de funcionamiento, debido a la aplicación del mismo dispositivo, se presentaron 3 escenarios de alimentación:

Alimentación por red normal

Alimentación por sistema de emergencia

Alimentación con el sistema de baterías auxiliares

En los dos primeros casos, se toma una de las 3 fases del sistema, como fuente de alimentación de nuestra tarjeta, posteriormente es necesario reducir el nivel de voltaje, pasando por un transformador de 18 voltios de alterna, debido a que el mayor nivel de voltaje continuo es de 12 para alimentar los relés.

Calculo del voltaje de entrada en AC

$$V_{rms} = 18 * 1.4142 \approx 25 \text{ v}$$

La potencia necesaria para alimentar el circuito y seleccionar el mejor transformador, requiere tener en claro la demanda de corriente de cada componente según sus especificaciones.

Después se utiliza un rectificador de onda completa, porque permite una mayor efectividad de la energía en ambos ciclos, para este paso se hace uso de un puente de diodos, con 1n4007 que son los que nos brindan los factores óptimos de voltaje y corriente.

Transformando la señal alterna en corriente continua, se prosigue con la parte de filtrado y estabilización del nivel DC.

$$P = V \times I = 25 \text{ V} \times 0,5 \text{ A}$$

Valor de los condensadores para el filtrado en la salida de la señal rectificada:

$$C = \frac{(5 \times 2 \text{ A})}{60 \text{ Hz} \times 50 \text{ V}} = 3.333 \times 10^{-3} \text{ Faradios}$$

En el mercado se ofrece un valor cercano de 3300  $\mu\text{F}$ , el cual va a suplir nuestra demanda de potencia, y disminuir el rizado.

Rechazo al rizado [  $R_r$  (db) ]

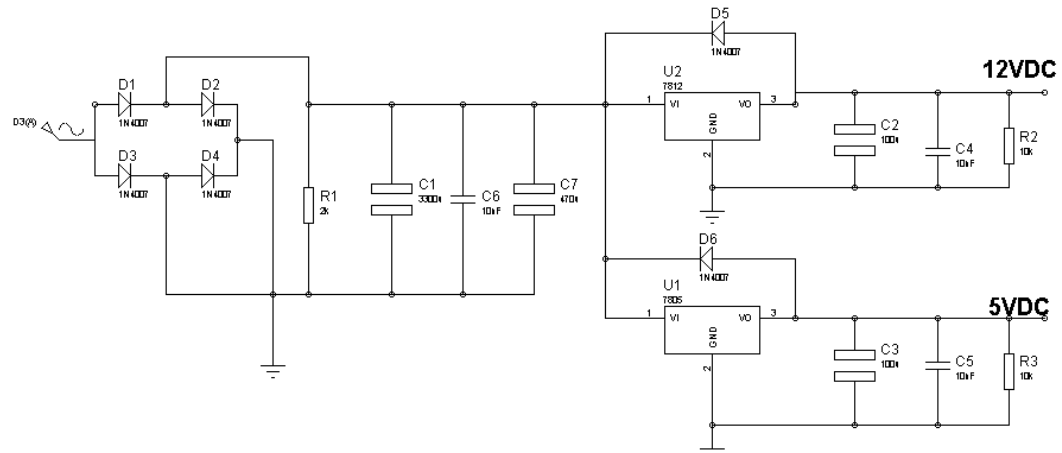
$$R_r = 80 - 20 \log 20 = 53.979$$

Normalmente la señal se debe filtrar de acuerdo a este factor de rechazo a rizado, cuya unidad de medida son decibels, y una razón de disminución recomendada para las fuentes DC, es de 1 década por cada filtro, de nuestro calculo, se obtuvo un rechazo de 53.9 db, lo cual es aceptable para la primer etapa de filtraje.

La selección de los capacitores se realizó por el método de tiempo de carga que estos brindan, para mantener un factor de potencia necesario, para este sistema resultaron óptimos una serie de capacitores encargados del filtrado de la señal de 60 Hz y su frecuencia más cercana de 120Hz. Para mantener el nivel se requirió un grupo de condensadores de menor capacidad y unos cerámicos de una constante de tiempo menor para disminuir el rizado. La señal filtrada, era necesario regularla para nuestros dispositivos de control y elementos de potencia, pasando por elementos reguladores de 5 y 12 Voltios DC, comercialmente tienen referencia de 78XX, donde XX es el voltaje de regulado en la salida, que requiere también de filtros a la salida para alcanzar una mayor suavidad en el rizado.

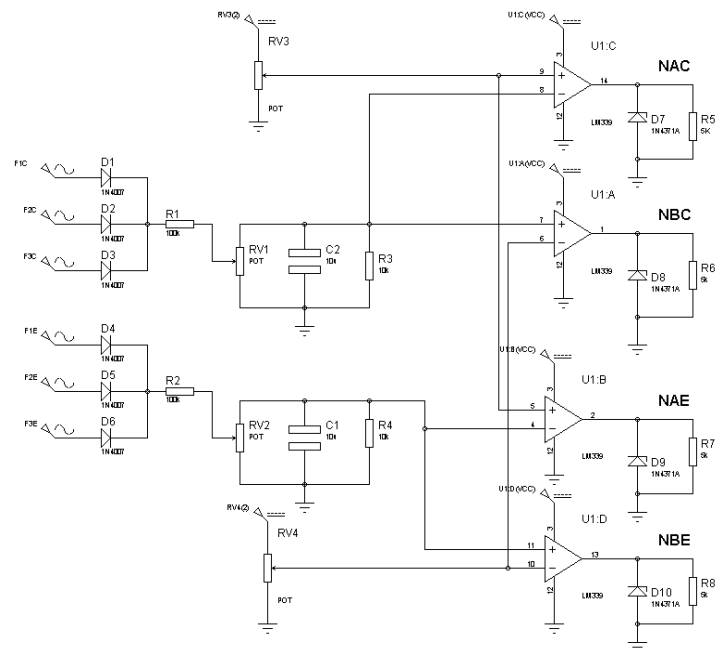


**Figura 18. Esquemático de la fuente**



**9.3.2 Sensor comparador de ventana para nivel alto y bajo.** Este tipo de comparador se utilizó en el momento de identificar la existencia de una falla por sobre voltaje o bajo voltaje, de esta manera se tiene dos valores de referencia, este circuito funciona del siguiente modo:

**Figura 19. Comparador de ventana.**



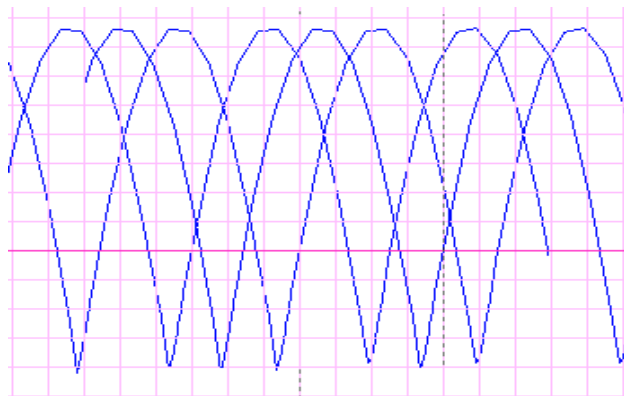
### Ecuaciones del comparador

$$V_{01} = (V_1 - V_{\text{ref sup}}) A_1$$

$$V_{02} = (V_{\text{ref inf}} - V_1) A_2$$

Para nuestro caso primero establecemos una relación de voltaje DC correspondiente a la señal de RST, establecemos una rectificación de media onda, para simular con los desfases de las tres señales un rectificador de onda completa (ver figura 13):

**Figura 20. Señal rectificada de las tres fases**



Establecimos posteriormente una resistencia de alto valor con ayuda de un potenciómetro de precisión, para disminuir la corriente y reducir el voltaje hasta un equivalente de 120 Vac a 2.5 VDC, cuando el sistema está funcionando dentro de los rangos establecidos.

Se realizaron pruebas usando un variac, para llevar una sola fase por encima del límite y se obtuvo un valor de referencia para límite superior de 2,58 VDC. En caso contrario, también se llevo una fase por debajo del límite y se obtuvo un valor de referencia del límite inferior de 2.41 VDC, con estos dos valores se realizó el comparador de ventana.

Según las formulas mencionadas y la organización del circuito, se obtuvo unos valores de resistencias a partir de un divisor de voltaje cuyo voltaje de alimentación es de 5 VDC, para el límite inferior se tiene que:

$$V_o = \frac{V_{cc} \times R_2}{R_1 + R_2} = 2.41 \text{ Vdc}$$

$$R_1 = 2.6 \text{ K}\Omega$$

$$R_2 = 2.3 \text{ K}\Omega$$

Para el límite superior se tiene que:

$$V_o = \frac{V_{cc} \times R_2}{R_1 + R_2} = 2.58 \text{ Vdc}$$

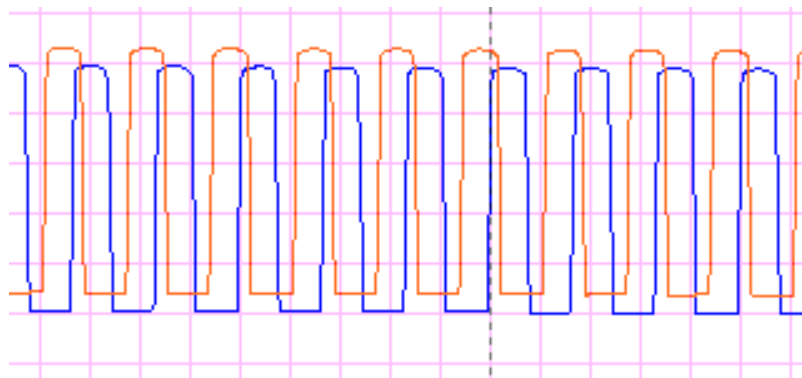
$$R_1 = 2.4 \text{ K}\Omega$$

$$R_2 = 2.7 \text{ K}\Omega$$

**9.3.3 Circuito para detección de secuencia de fase.** De manera similar el desarrollo de un sistema para detección de fase, incluye un puente de capacitores con una bobina de valor muy específico o un sistema de RLC muy bien sintonizado para obtener una desbalance que detecte el desfase superior a 120 grados que existen en las redes trifásicas.

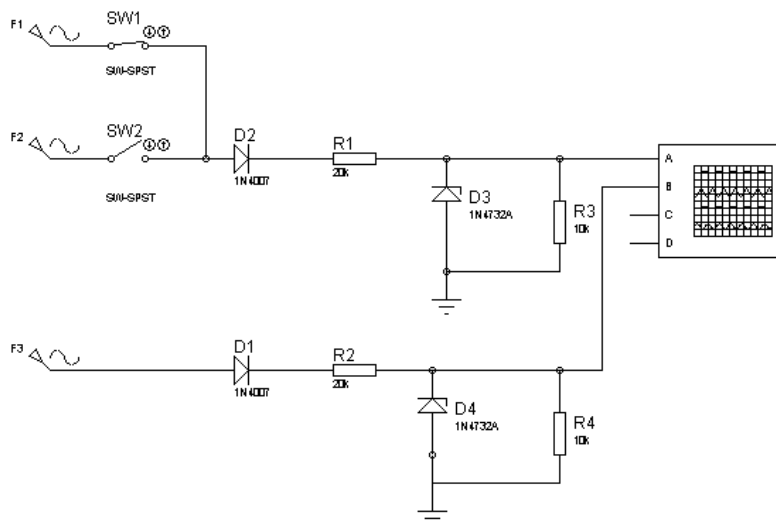
Analizando que estas señales, son sincronizadas, es decir, una debe estar el 120 VAC y la otra señal debe estar en un nivel negativo, se consideró esta idea, con el fin de generar un tren de pulsos estabilizados de 5 VDC, que permitieran tener un nivel alto cuando estuviera en + 120 VAC la señal y la otra estuviera en nivel bajo o un cero lógico, cuando estuviera en -120 VAC, usando un sistema similar al comparador de ventana, se acomoda una resistencia de alto valor para reducir la corriente a un valor dentro de los rango de la entrada del LM339, se logró tener un punto regulado y pasar la señal por un Smith trigger que mejoró la señal.

**Figura 21. Señal rectangular sincronizada con las fases.**



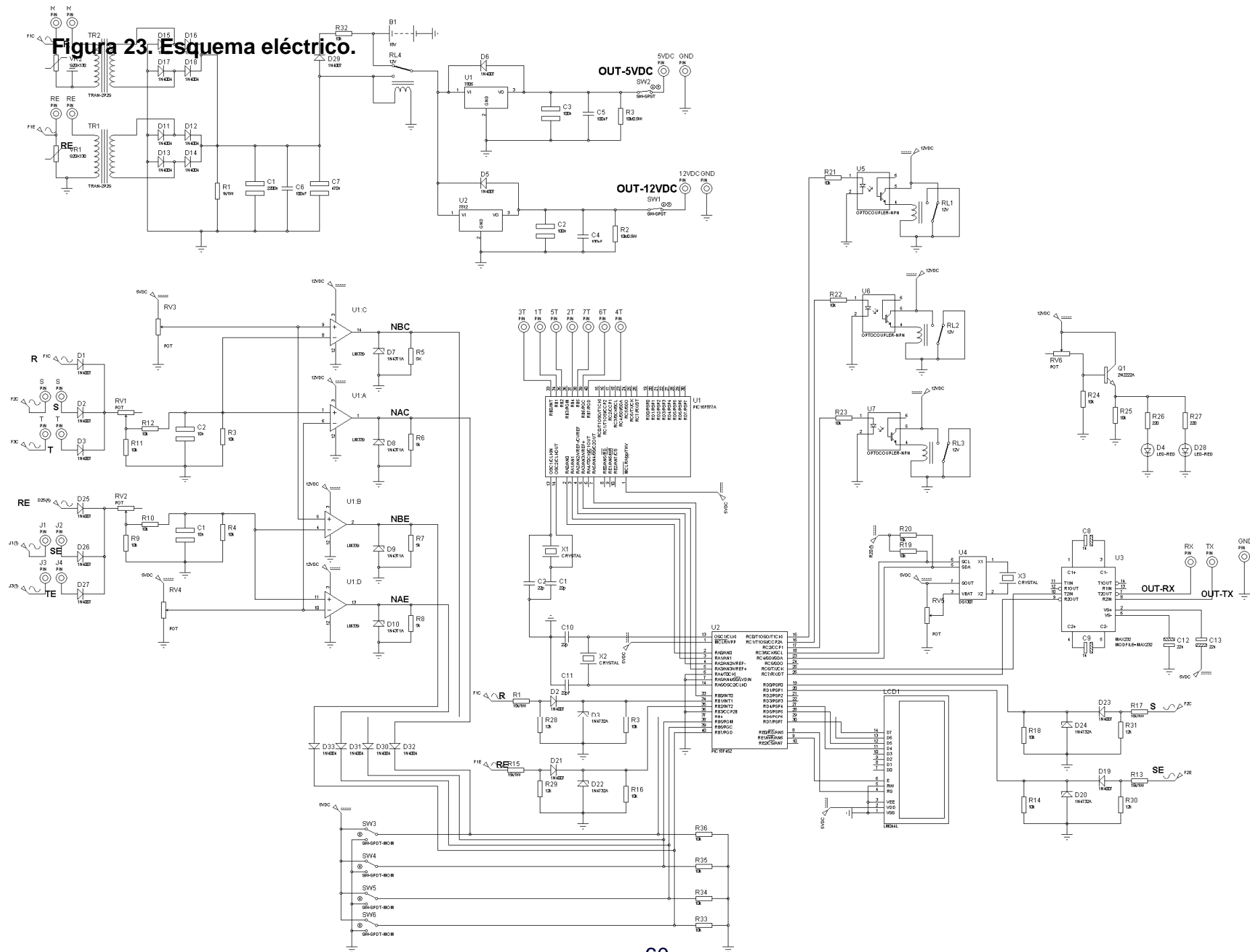
Como se logra ver en la imagen, siempre la señal azul, correspondiente a la fase T llega casi al finalizar el pulso de la señal roja, correspondiente a la fase R, permitiendo hacer uso de la interrupción del micro controlador de detección de flanco de subida para la señal R y verificar el nivel de la fase T, de esta manera se solucionó el problema de detección de secuencia de fases.

**Figura 22. Esquema de prueba para secuencia de fase.**



En el esquemático se nota un alto valor en la resistencia de entrada, es utilizada para disminuir la corriente de la fase, haciendo caer el voltaje a un nivel menor, permitiendo usar el regulador zener de 5 voltios para estabilizar la señal a un uno lógico, usando un buffer se disminuye el ruido de la señal y se hace más entendible por el microcontrolador.

**Figura 23. Esquema eléctrico.**



## **10. CONCLUSIONES**

En el diseño de un dispositivo, para satisfacer los requerimientos del cliente, se debe realizar una buena consulta de las necesidades reales y convertirlas en valores medibles de ingeniería, que permiten generar conceptos para luego seleccionar el óptimo y la manera de distribuir los esfuerzos de diseño.

El método de diseño mecatrónico da una mayor cobertura en el diseño, permitiendo garantizar un producto que está a nivel de la competencia más fuerte, con un valor agregado y diferenciado, tanto funcionalmente como estéticamente, además de satisfacer principalmente al cliente.

Trabajar en campo es una experiencia totalmente emotiva para un estudiante, porque se pueden aplicar los conceptos desarrollados en prácticas de laboratorio, en una problemática real y de dimensiones mayores, que exige tener en cuenta en el diseño, el entorno de trabajo del dispositivo y parámetros de protecciones contra emisiones magnéticas y vibraciones del soporte.

En ocasiones las aplicaciones requieren aprender nuevos conceptos y requiere estudio independiente para desarrollarlo, en ocasiones estos pueden ser de mayor dificultad, pero de mucha utilidad para posteriores proyectos.

## **11. RECOMENDACIONES**

Es necesario el desarrollo de un manual de usuario, el cual debe ser leído y entendido para seguridad y agilizar el proceso de funcionamiento y puesta en marcha del operario, además de que brinda una guía para evitar posibles errores del proceso.

Siempre se debe aclarar el alcance del proyecto con la empresa o el cliente, porque luego se pueden presentar discrepancias a la hora del producto final, es necesario tener un registro escrito.

## BIBLIOGRAFÍA

ARBELAEZ MONTOYA, Diego Fernando. Manual de consulta para uso de microcontroladores PIC. Santiago de Cali: Universidad ICESI, 2002. 5 p.

CADY, Frederick. Microcontrollers and Microcomputers. Principles of Software and Hardware Engineering. New York: Oxford University, 1997. 425 p.

Catalogo de modulo integrado de cargas [en línea]. Madrid: Socomec – Aron Power solutions, 2001. [Consultado 20 de Julio de 2008]. Disponible en Internet: <http://www.socomec-aron.com/Documentos/Catalogos/dds-49025.pdf>

CEBALLOS SIERRA, Francisco Javier. Visual Basic. Addison-Wesley, Wilmington: Enciclopedias Microsoft. 1994. 936 p.

Comunidad Internacional de electrónicos Foro [en línea]. Buenos Aires: Foro Electrónica, 2008. [Consultado 20 de Julio de 2008]. Disponible en internet en: <http://www.forosdeelectronica.com/about3742.html>

CROUSE, William H. Puesta a punto y rendimiento del motor. 3 ed. México: Alfa Omega Editores, 2002. 477 p.

Empresa Digilogic ingeniería [en línea]. Santa fe: Departamento de instalación de grupos electrógenos, 2007. [Consultado 20 de Julio de 2008]. Disponible en Internet: [http://www.digilogic.com.ar/categ.php?id\\_categ=1](http://www.digilogic.com.ar/categ.php?id_categ=1)

Especificaciones modulo integrado JR3800 [en línea]. Salta: Ingeniero Ramón Russo, 2005. [Consultado 20 de Julio de 2008]. Disponible en Internet: <http://www.ramonrusso.com.ar/jr3800.html>.

Datasheet PIC16F [en línea]. Florida: Microchip, 2008. [Consultado 20 de Julio de 2008]. Disponible en Internet: [http://www.microchip.com/stellent/idcplg?IdcService=SS\\_GET\\_PAGE&nodeId=2046&var=pi](http://www.microchip.com/stellent/idcplg?IdcService=SS_GET_PAGE&nodeId=2046&var=pi)

GARCIA DE SOLA, Juan F. Lenguaje C y estructura de datos: Aplicaciones generales y de gestión. Madrid: Editorial McGraw- Hill, 1992. 296 p.



Capacitación Firtec: mecanismos de transferencia [en línea]. Urquiza: Firtec, 2008. [Consultado 20 de Julio de 2008]. Disponible en Internet: [http:// www.firtec.com.ar](http://www.firtec.com.ar)

HAYT, William H. Análisis de circuitos en ingeniería. 6 ed. México D.F: Editorial McGraw Hill, Interamericano Editores S.A., 2002. 836 p.

MALIK, N.R. Circuitos Electrónicos: Análisis, Simulación y Diseño. Madrid: Prentice-Hall, 1997. 325 p.

Manual modulo ITAC22K [en línea]. Santiago de Cali: Velasquez Ingenieros Asociados Ltda, 2008. [Consultado 20 de Julio de 2008]. Disponible en Internet: [http://www.velasquez.com.co/paginas/control de transferencia.htm](http://www.velasquez.com.co/paginas/control_de_transferencia.htm).

MARTIN CUENCA, Eugenio. Microcontroladores PIC: la solución en un chip. 3 ed. Madrid: Paraninfo, 2000. 379 p.

Material de clase de Microcontroladores. Profesor Jorge Benavidez. Santiago de Cali: SENA. 2007. 15 p.

MCMANUS, Jeffrey P. Bases de datos con visual Basic. Madrid: Prentice- Hall, 1999. 276 p.

PUEYO, Héctor Osvaldo. Circuitos eléctricos: Análisis de modelos circuitales. 2 ed. México: Editorial Alfa Omega, 2002. 624 p.

Sitio web de aplicaciones electrónicas Epanorama [en línea]. Estados Unidos: Epanorama, 2004. [Consultado 20 de Julio de 2008]. Disponible en internet en: [http://www.epanorama.net/schematic.php?file=schematicsforfree/Power%20Electronics/Generation\\_and\\_Generator\\_Control/Power%20phase%20sequence%20detector.pdf](http://www.epanorama.net/schematic.php?file=schematicsforfree/Power%20Electronics/Generation_and_Generator_Control/Power%20phase%20sequence%20detector.pdf)

TAVERNIER, Christian. Microcontroladores PIC. 2 ed. Madrid: Paraninfo, 2001. 248 p.

ULRICH, Karl T. Y EPPINGER, Steven D. Diseño y desarrollo de productos. México: Editorial McGraw-Hill Interamericana, 407 p.

## ANEXOS

### Anexo A. Detalles microcontroladores



# PIC16F84A

## 18-pin Enhanced FLASH/EEPROM 8-Bit Microcontroller

### High Performance RISC CPU Features:

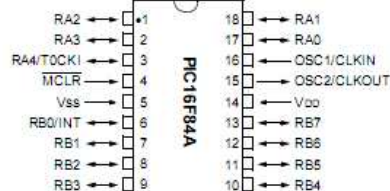
- Only 35 single word instructions to learn
- All instructions single-cycle except for program branches which are two-cycle
- Operating speed: DC - 20 MHz clock input  
DC - 200 ns instruction cycle
- 1024 words of program memory
- 68 bytes of Data RAM
- 64 bytes of Data EEPROM
- 14-bit wide instruction words
- 8-bit wide data bytes
- 15 Special Function Hardware registers
- Eight-level deep hardware stack
- Direct, indirect and relative addressing modes
- Four interrupt sources:
  - External RB0/INT pin
  - TMR0 timer overflow
  - PORTB<7:4> interrupt-on-change
  - Data EEPROM write complete

### Peripheral Features:

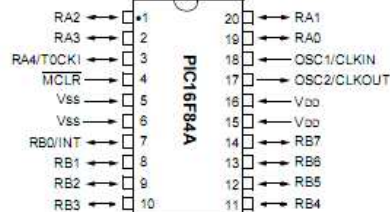
- 13 I/O pins with individual direction control
- High current sink/source for direct LED drive
  - 25 mA sink max. per pin
  - 25 mA source max. per pin
- TMR0: 8-bit timer/counter with 8-bit programmable prescaler

### Pin Diagrams

#### PDIP, SOIC



#### SSOP



Fuente: Datasheet PIC16F84 [en línea]. Estados Unidos. Microchip, 2008. [Consultado 20 de Julio de 2008]. Disponible en Internet: [http://www.microchip.com/stellent/idcplg?IdcService=SS\\_GET\\_PAGE&nodeId=2046&var=pi](http://www.microchip.com/stellent/idcplg?IdcService=SS_GET_PAGE&nodeId=2046&var=pi)

DIP



## High Performance RISC CPU:

- C compiler optimized architecture/instruction set
  - Source code compatible with the PIC16 and PIC17 instruction sets
- Linear program memory addressing to 32 Kbytes
- Linear data memory addressing to 1.5 Kbytes

Device	On-Chip Program Memory		On-Chip RAM (bytes)	Data EEPROM (bytes)
	FLASH (bytes)	# Single Word Instructions		
PIC18F242	16K	8192	768	256
PIC18F252	32K	16384	1536	256
PIC18F442	16K	8192	768	256
PIC18F452	32K	16384	1536	256

- Up to 10 MIPS operation:
  - DC - 40 MHz osc./clock input
  - 4 MHz - 10 MHz osc./clock input with PLL active
- 16-bit wide instructions, 8-bit wide data path
- Priority levels for interrupts
- 8x 8 Single Cycle Hardware Multiplier

## Peripheral Features:

- High current sink/source 25 mA/25 mA
- Three external interrupt pins
- Timer0 module: 8-bit/16-bit timer/counter with 8-bit programmable prescaler
- Timer1 module: 16-bit timer/counter
- Timer2 module: 8-bit timer/counter with 8-bit period register (time-base for PWM)
- Timer3 module: 16-bit timer/counter
- Secondary oscillator clock option - Timer1/Timer3
- Two Capture/Compare/PWM (CCP) modules. CCP pins that can be configured as:
  - Capture input: capture is 16-bit, max. resolution 6.25 ns ( $T_{cy}/16$ )
  - Compare is 16-bit, max. resolution 100 ns ( $T_{cy}$ )
  - PWM output: PWM resolution is 1- to 10-bit, max. PWM freq. @: 8-bit resolution = 156 kHz, 10-bit resolution = 39 kHz
- Master Synchronous Serial Port (MSSP) module. Two modes of operation:
  - 3-wire SPI™ (supports all 4 SPI modes)
  - I2C™ Master and Slave mode

## Peripheral Features (Continued):

- Addressable USART module:
  - Supports RS-485 and RS-232
- Parallel Slave Port (PSP) module

## Analog Features:

- Compatible 10-bit Analog-to-Digital Converter module (A/D) with:
  - Fast sampling rate
  - Conversion available during SLEEP
  - Linearity  $\leq 1$  LSB
- Programmable Low Voltage Detection (PLVD)
  - Supports interrupt on-Low Voltage Detection
- Programmable Brown-out Reset (BOR)

## Special Microcontroller Features:

- 100,000 erase/write cycle Enhanced FLASH program memory typical
- 1,000,000 erase/write cycle Data EEPROM memory
- FLASH/Data EEPROM Retention: > 40 years
- Self-reprogrammable under software control
- Power-on Reset (POR), Power-up Timer (PWRT) and Oscillator Start-up Timer (OST)
- Watchdog Timer (WDT) with its own On-Chip RC Oscillator for reliable operation
- Programmable code protection
- Power saving SLEEP mode
- Selectable oscillator options including:
  - 4X Phase Lock Loop (of primary oscillator)
  - Secondary Oscillator (32 kHz) clock input
- Single supply 5V In-Circuit Serial Programming™ (ICSP™) via two pins
- In-Circuit Debug (ICD) via two pins

## CMOS Technology:

- Low power, high speed FLASH/EEPROM technology
- Fully static design
- Wide operating voltage range (2.0V to 5.5V)
- Industrial and Extended temperature ranges
- Low power consumption:
  - < 1.6 mA typical @ 5V, 4 MHz
  - 25  $\mu$ A typical @ 3V, 32 kHz
  - < 0.2  $\mu$ A typical standby current

Fuente: Datasheet PIC16f877 [en línea]. Estados Unidos. Microchip, 2008. [Consultado 20 de Julio de 2008]. Disponible en Internet: [http://www.microchip.com/stellent/idcplg?IdcService=SS\\_GET\\_PAGE&nodeId=2046&var=pi](http://www.microchip.com/stellent/idcplg?IdcService=SS_GET_PAGE&nodeId=2046&var=pi)

## Anexo B. Datasheets reguladores

### Regulador zener para nivel de 5.1 v

**1N4728 - 1N4764  
Z1110 - Z1200**

**$V_Z$  : 3.3 - 200 Volts  
 $P_D$  : 1 Watt**

#### FEATURES :

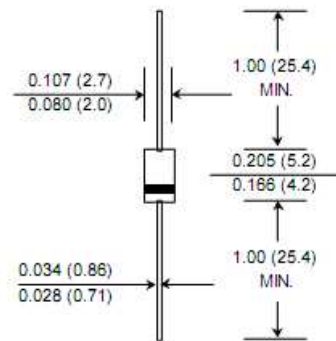
- \* Complete voltage range 3.3 to 200 Volts
- \* High peak reverse power dissipation
- \* High reliability
- \* Low leakage current

#### MECHANICAL DATA

- \* Case : DO-41 Molded plastic
- \* Epoxy : UL94V-O rate flame retardant
- \* Lead : Axial lead solderable per MIL-STD-202, method 208 guaranteed
- \* Polarity : Color band denotes cathode end
- \* Mounting position : Any
- \* Weight : 0.339 gram

## SILICON ZENER DIODES

DO - 41



Dimensions in inches and ( millimeters )

**Fuente: Datasheet Diode 1N4728 [en línea]. Estados Unidos. Datasheets, 2008. [Consultado 20 de Julio de 2008]. Disponible en Internet: <http://www.alldatasheets.com>**

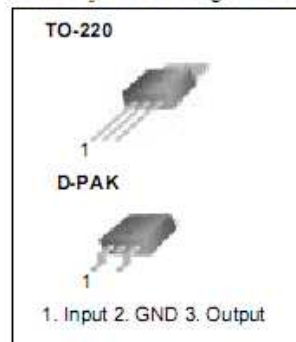
## Reguladores de voltaje 78xx

### Features

- Output Current up to 1A
- Output Voltages of 5, 6, 8, 9, 10, 12, 15, 18, 24V
- Thermal Overload Protection
- Short Circuit Protection
- Output Transistor Safe Operating Area Protection

### Description

The MC78XX/LM78XX/MC78XXA series of three terminal positive regulators are available in the TO-220/D-PAK package and with several fixed output voltages, making them useful in a wide range of applications. Each type employs internal current limiting, thermal shut down and safe operating area protection, making it essentially indestructible. If adequate heat sinking is provided, they can deliver over 1A output current. Although designed primarily as fixed voltage regulators, these devices can be used with external components to obtain adjustable voltages and currents.



**Fuente:** Datasheet Regulador 7805/12 [en línea]. Estados Unidos. Datasheets, 2008. [Consultado 20 de Julio de 2008]. Disponible en Internet: <http://www.alldatasheets.com>



## Anexo C. Comparador de ventana

### Datasheet lm324

#### General Description

The LM124 series consists of four independent, high gain, internally frequency compensated operational amplifiers which were designed specifically to operate from a single power supply over a wide range of voltages. Operation from split power supplies is also possible and the low power supply current drain is independent of the magnitude of the power supply voltage.

Application areas include transducer amplifiers, DC gain blocks and all the conventional op amp circuits which now can be more easily implemented in single power supply systems. For example, the LM124 series can be directly operated off of the standard +5V power supply voltage which is used in digital systems and will easily provide the required interface electronics without requiring the additional  $\pm 15V$  power supplies.

#### Unique Characteristics

- In the linear mode the input common-mode voltage range includes ground and the output voltage can also swing to ground, even though operated from only a single power supply voltage.
- The unity gain cross frequency is temperature compensated.
- The input bias current is also temperature compensated.

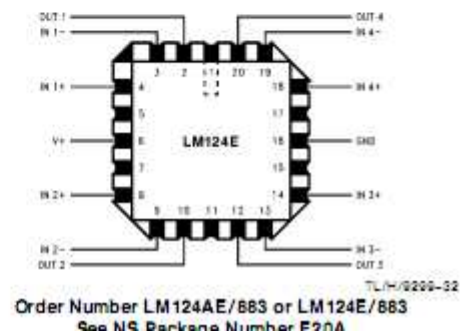
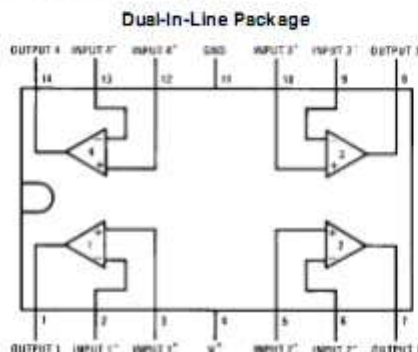
#### Advantages

- Eliminates need for dual supplies
- Four internally compensated op amps in a single package
- Allows directly sensing near GND and  $V_{OUT}$  also goes to GND
- Compatible with all forms of logic
- Power drain suitable for battery operation

#### Features

- Internally frequency compensated for unity gain
- Large DC voltage gain 100 dB
- Wide bandwidth (unity gain) 1 MHz (temperature compensated)
- Wide power supply range:  
Single supply 3V to 32V  
or dual supplies  $\pm 1.5V$  to  $\pm 16V$
- Very low supply current drain (700  $\mu A$ )—essentially independent of supply voltage
- Low input biasing current 45 nA
- Low input offset voltage (temperature compensated) 2 mV
- Low input offset current 5 nA
- Input common-mode voltage range includes ground
- Differential input voltage range equal to the power supply voltage
- Large output voltage swing 0V to  $V^+ - 1.5V$

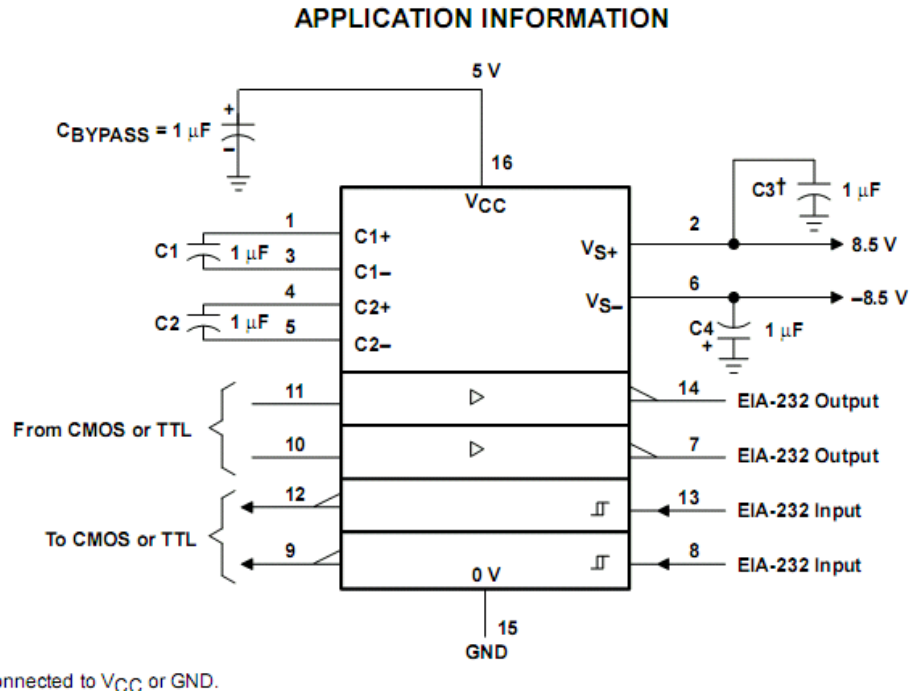
#### Connection Diagram



Fuente: Datasheet integrado LM324 [en línea]. Estados Unidos: National Instruments, 2008. [Consultado 20 de Julio de 2008]. Disponible en Internet: [www.national.com](http://www.national.com)

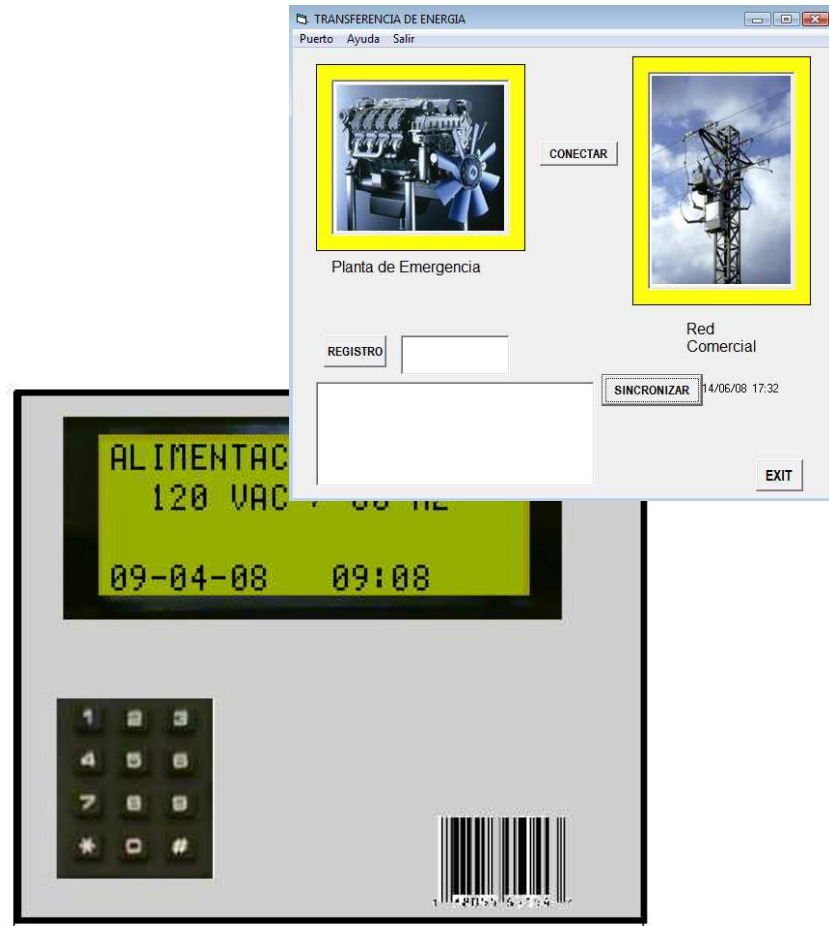
## Anexo D. Detalles max 232

Figura: Esquema de conexión recomendada



Fuente: Empresa Datasheets [en línea]. Estados Unidos: Datasheets, 2008. [Consultado 20 de Julio de 2008]. Disponible en Internet: <http://www.alldatasheets.com>

## MANUAL DE USUARIO



## AGRADECEMOS SU ADQUISICION DE ESTE PRODUCTO

Muchas gracias, por adquirir este producto para su empresa. La tarjeta de transferencia, es un diseño exclusivo y personalizado; le brindara una robustez mayor en su grupo electrógeno de su empresa, cuenta con la posibilidad de establecer protección a los temporizadores y una manera segura a los usuarios de acceder a un registro de fallas, este producto va a satisfacer sus necesidades.

Este manual de usuario le dará instrucciones para asegurar que el producto funcione por muchos años, sin problemas, con las recomendaciones de cuidado y manejo, usted contara con información muy valiosa para ajustar el producto a los tiempos de respuesta de su sistema.

## GARANTIA

Guarde este documento y su factura de respaldo de compra, para solicitar servicio al cliente totalmente gratis, por favor cerciórese del modelo y numero de serie del producto. Esta información se encuentra en la placa al respaldo del modelo.

Registre también la fecha de compra del seguidor, así como el nombre del distribuidor, dirección y teléfono.

Modelo \_\_\_\_\_  
Numero de serie \_\_\_\_\_  
Fecha de compra \_\_\_\_\_  
Nombre del distribuidor \_\_\_\_\_  
Dirección del distribuidor \_\_\_\_\_  
Teléfono del distribuidor \_\_\_\_\_

Guarde este manual y el documento de compra juntos, en un lugar seguro para referencia futura, garantía 1 año.



## CONEXIÓN Y USO

La tarjeta de transferencia se conecta a las tres fases de alimentación de la red comercial y a las 3 fases de alimentación de la planta de emergencia, se toma como nivel normal 120 Vac.

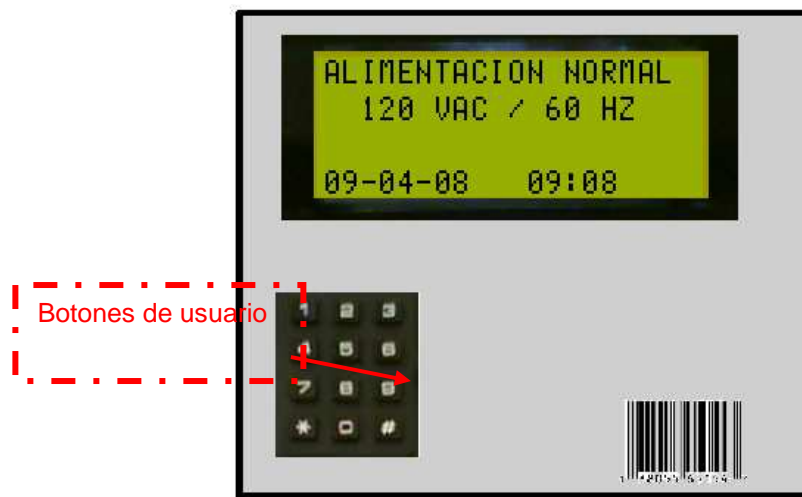
Cuenta con un sistema auxiliar de alimentación para cuando hay caídas de energía, que se encarga de mantener la memoria del microcontrolador y las bases de tiempo de su sistema.

Nota: en caso de que el sistema no encienda, por favor llame a nuestro centro de atención al cliente, donde se enviara un técnico para su atención.

## PROGRAMACION

A continuación se mostrara la configuración de la interfase y los botones para la configuración de los temporizadores.

El equipo cuenta con un teclado numérico, con una tecla de escape o cancel (#), otra para aceptar (\*).



## CONDICIONES INICIALES

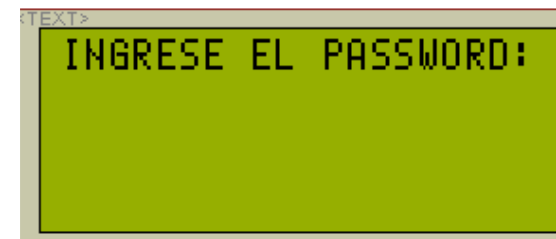
Al conectar la tarjeta de transferencia por primera vez se mostrara en la pantalla el menú para ingresar clave, la inicial es 1234.

Tiempo de cambio de Red Normal a Planta de Emergencia  
10s

Tiempo de cambio de Planta de Emergencia a Red Normal  
10s

Tiempo de Apagado de Planta  
3 min.

### Pantalla 1 (Primer ingreso)

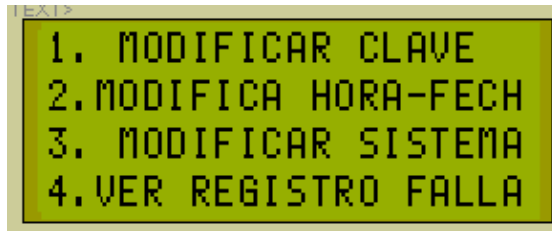


Presione la tecla cancel (#) si no desea modificar ningún parámetro, y se pasa a la siguiente pantalla:



Si desee entrar y seleccionar menús, sólo debe pulsa cualquier tecla e ingresar la contraseña.

## SELECCIONANDO MENUS

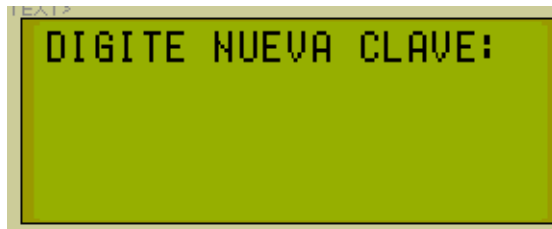


### Función ejecutada al pulsar:

- 1: Se ingresa a modificar la clave
- 2: Se ingresa a menú de fecha y tiempo
- 3: Se ingresa a modificar los tiempos del sistema
- 4: Se envían datos por RS232 y se muestra en pantalla las últimas 4 fallas.

**Cancel (#):** Se regresa a modo normal

## MODIFICAR CLAVE



### Función ejecutada al pulsar:

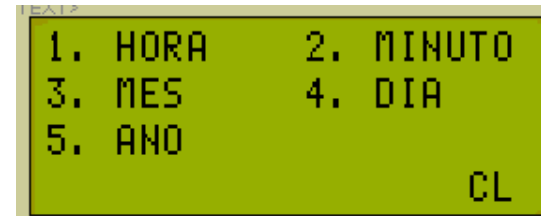
**Números (0-9):** Se ingresa como nuevos dígitos de la clave.

**Aceptar (\*):** Se ingresa la nueva clave.

**Cancel (#):** Se regresa a seleccionando menús.

Recuerde que la clave es de 4 dígitos, en caso de no ingresar los 4 dígitos la tarjeta de transferencia le pedirá que reingrese la nueva clave.

## MODIFICANDO FECHA Y HORA



### Función ejecutada al pulsar:

- 1: Se ingresa a modificar la hora
  - 2: Se ingresa a modificar el minuto
  - 3: Se ingresa a modificar el mes
  - 4: Se ingresa a modificar el día
  - 5: Se ingresa a modificar el año
- Cancel (#):** Se regresa a seleccionando menús

## MODIFICANDO HORA



### Función ejecutada al pulsar:

1: Se incrementa en 1 la hora

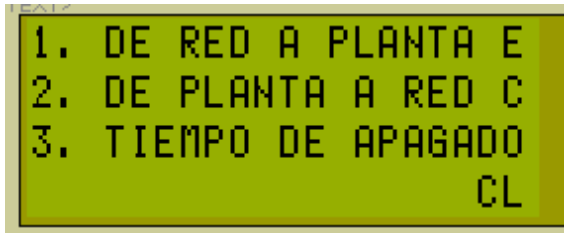
3: Se disminuye en 1 la hora

**Aceptar (\*):** Se ingresa la nueva hora.

**Cancel (#):** Se regresa al menú modificando la fecha y hora

Nota: Los menús de minuto, día, mes, año funcionan igual.

## MODIFICAR TEMPORIZADORES DEL SISTEMA



### Función ejecutada al pulsar:

- 1: Se ingresa a modificar tiempo de red comercial a planta de emergencia
- 2: Se ingresa a modificar tiempo de planta de emergencia a red comercial
- 3: Se ingresa a modificar tiempo de apagado de planta de emergencia
- Cancel (#):** Se regresa a seleccionando menús

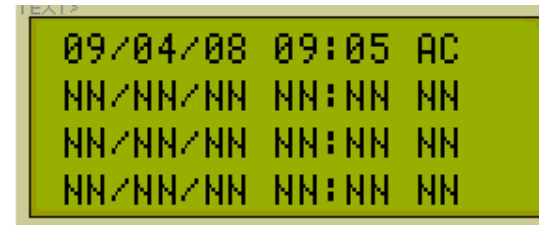
### MODIFICANDO TIEMPO DE RED COMERCIAL A PLANTA DE EMERGENCIA



### Función ejecutada al pulsar:

- 1: Se incrementa en 1 la hora
- 3: Se disminuye en 1 la hora
- Aceptar ( \* ):** Se ingresa la nueva base de tiempo.
- Cancel (#):** Se regresa al menú modificando la fecha y hora

Nota: Los tiempos de conmutación de alimentación eléctrica se encuentran en segundos, pero el de apagado de planta esta en minutos.



### Función ejecutada al pulsar:

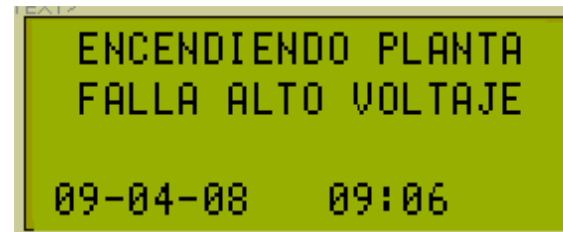
**Cancel (#):** Se regresa a seleccionando menús.

## NOMENCLATURA DE FALLAS

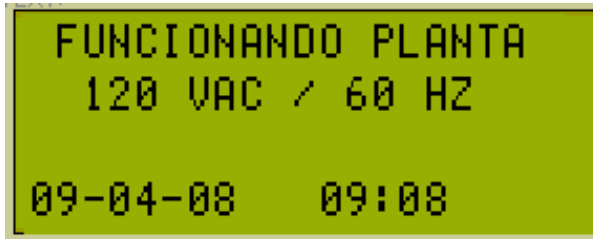
- AC:** Alto nivel en el flujo comercial
- BC:** Bajo nivel en el flujo comercial
- AP:** Alto nivel en el flujo de emergencia
- BP:** Bajo nivel en el flujo de emergencia

## PROCESO DE ATENCION DE FALLAS

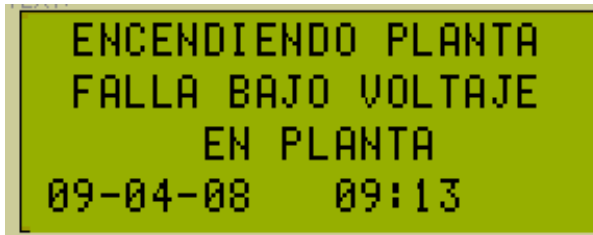
Durante el proceso de atención de fallas quedan deshabilitado el teclado y hasta que no se realice la transferencia no se atiende ninguna interrupción del usuario.



Una vez el sistema haya conmutado se verificara el correcto funcionamiento de la planta y luego se conmuta a la planta de emergencia.



En caso de que la planta no este funcionando correctamente, se realiza un segundo intento para que la planta se estabilice.

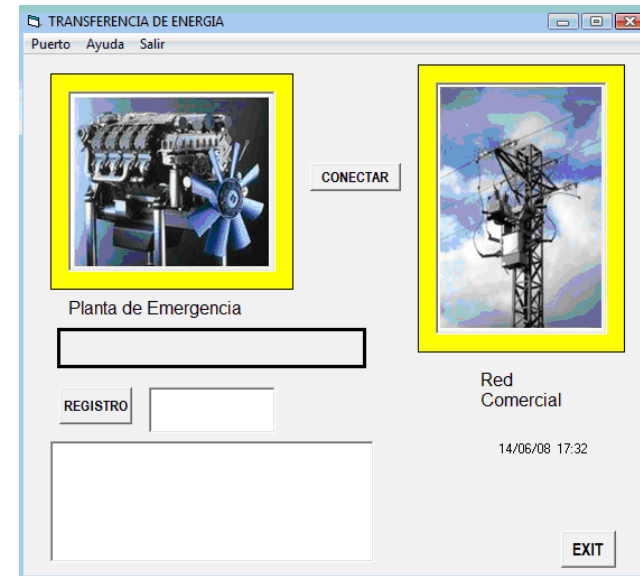


En caso de que el sistema no alcance a estabilizarse de deshabilitan ambos sistemas de alimentación.



**Nota:** Siempre y cuando el sistema este en funcionamiento normal se presenta la pantalla de funcionamiento normal, es necesario sincronizar la hora con el PC.

## DESDE TU PC



## CONEXIÓN RS232

Selecciona un puerto de acuerdo a la configuración de tu PC, y luego pulsa el botón de conectar y estas en línea con tu tarjeta de transferencia en tiempo real visualizas las fallas y se crea un registro, además del creado en el micro.

Cuando desees puedes sincronizar el reloj de tu tarjeta de transferencia, sólo debes pulsar el botón de sincronizar, también puedes visualizar el registro de fallas recientes pulsando el botón de registro.

## **INSTALACION DE LA TARJETA DE TRANSFERENCIA**

**Antes de realizar un montaje eléctrico cerciórese de tener cuidado y recuerde usar la herramienta y protecciones adecuadas.**

1. Primero identifique las pines de conexión, proceda a instalar la tarjeta de transferencia en el tablero eléctrico de sus sistema auxiliar de energía, verifique.
2. Posteriormente proceda a conectar la tarjeta de transferencia con los cables de alimentación de la red comercial y la planta de emergencia. Asegúrese de que el orden de las fases coincida con los pines.
3. Conecte los relees de potencia al sistema y la señal de APE a la planta de emergencia.
4. Encienda la tarjeta de transferencia.

## **LIMPIEZA DE LA TARJETA DE TRANSFERENCIA**

La tarjeta de transferencia esta empotrada en una caja de acero inoxidable, para proteger el sistema de la corrosión y mantenerla protegida en una jaula de Faraday de los campos magnéticos generados por los transformadores o la planta de emergencia.

Evite que se acumule la grasa en la pantalla límpiela con un paño húmedo, evitando que se forme la costra en la superficie, se recomienda que no haga uso de jabones o ambientadores, porque pueden filtrarse al interior y ocasionar daños en su tarjeta de transferencia.

# **DISEÑO Y PROTOTIPADO CON INTERFACE HMI PARA REPORTE DE FALLAS Y RESTRICCIÓN AL ACCESO A LOS TEMPORIZADORES DE LA TARJETA DE TRANSFERENCIA**

**Juan Manuel Nogales V. Luis Felipe Larrañaga E**

*Universidad Autónoma de Occidente  
Cali, Colombia*

**Abstract:** La empresa municipal EMCALI, ha manifestado una necesidad, que dio origen a este proyecto, básicamente consiste en realizar un nuevo diseño de la actual tarjeta de transferencia que se utiliza en las instalaciones, desarrollando algunas mejoras personalizadas en la visualización, el tamaño, la electrónica aplicada y una implementación de seguridad en el acceso a las bases de tiempo de los temporizadores de este dispositivo.

Teniendo en cuenta los parámetros de mayor importancia para la empresa, se decidió hacer un estudio del funcionamiento de la tarjeta, en el cual, se realizó una búsqueda de información con los operarios del dispositivo y se consignaron sugerencias sobre posibles mejoras.

**Keywords:** grupo electrógeno, secuencia de fase, tendido eléctrico, tensión de fase.

## **1. INTRODUCCIÓN**

En la central telefónica colón, una de las subdivisiones de la empresa EMCALI E.I.C.E, tiene la responsabilidad de establecer enlaces entre usuarios de líneas telefónicas, retransmisión de información de voz, controlar el sentido de las conexiones y toda la operación de comunicaciones, que requieren de un sistema de descuelgue, codificado del número y enlace de destino, que consta de las líneas de abonados y circuitos interurbanos de conexión. Para

ellos es imprescindible el abastecimiento de energía para mantener el flujo eléctrico de manera permanente.

Las subestaciones eléctricas están encargadas de mantener el flujo eléctrico de manera constante, pero siempre es posible que se presenten fallos eléctricos como desfases, caídas de tensión, altos voltajes de tensión, inversión de fases o corto circuitos; debido a lo poco fiable del tendido eléctrico comercial, se implementan los grupos electrógenos, este grupo electrógeno consta

de un sistema de doble alimentación de red eléctrica, un generador de combustión interna a diesel de gran potencia y un grupo de baterías, todo esto con el sólo propósito de mantener el funcionamiento continuo de la central.

Debido a que es indispensable el flujo eléctrico, es necesario un sistema de transferencia, en caso de que una red falle, que efectúe la conmutación del sistema de alimentación normal al sistema de emergencia, de manera correcta y en el tiempo adecuado.

La importancia de este proyecto radica en la necesidad de mantener una alimentación eléctrica, que este dentro de los márgenes tolerables por los dispositivos que se conectan a ella, reporte de fallas recientes y un cambio en el tiempo adecuado y seguro para el sistema de energía del grupo electrógeno, que necesita también ser censado y conmutado cuando la alimentación vuelve a su estado normal y así, evitar daños y mantenimientos correctivos por parte de la empresa a los dispositivos de comunicación.

## 2. PROCESO DE DISEÑO

La metodología implementada en el desarrollo de este proyecto, es el método de diseño concurrente, enseñado y recomendado para proyectos de ingeniería en la Universidad Autónoma de Occidente, con el cual, se conformo un grupo de conceptos a desarrollar, utilizando un método de selección por comparaciones, en parte objetivas y en parte subjetivas, se obtuvo el mejor concepto a desarrollar y del cual se presenta a continuación el resultado de la descomposición funcional del sistema.

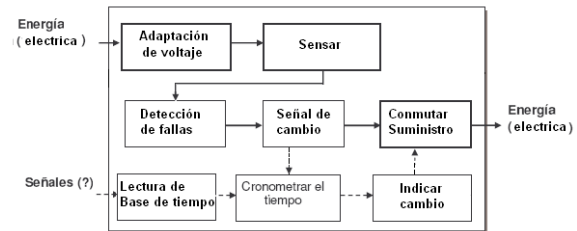


Fig. 1. Esquema descomposición.

El dispositivo al separarlo por chunks (ladrillos), se obtienen los siguientes conjuntos importantes: fuente de alimentación, sensores detectores, comunicación serial con PC, controlador, interfaces de usuario, para este caso, se diseñaron dos, una conformado por el teclado y el display, otra conformado por la pantalla del PC.

Esto obliga a desarrollar dos software de interacción con el usuario, los cuales se crean en herramientas de programación como Visual Basic y PSW.

### 2.1 FUENTE DE ALIMENTACIÓN

La fuente de alimentación se realizó, teniendo en cuenta los conceptos aprendidos a través de los cursos de electrónica análoga 1 y 2, teniendo como base estos conceptos, se diseñó una fuente que presenta diversas condiciones de funcionamiento, debido a la aplicación del mismo dispositivo, se presentaron 3 escenarios de alimentación:

- ALIMENTACION POR RED NORMAL
- ALIMENTACION POR SISTEMA DE EMERGENCIA
- ALIMENTACION CON EL SISTEMA DE BATERIAS AUXILIARES

En los dos primeros casos, se toma una de las 3 fases del sistema, como fuente de alimentación de nuestra tarjeta, posteriormente es necesario reducir el nivel de voltaje, pasando por un transformador.

Posteriormente, se utiliza un rectificador de onda completa, que permite una mayor efectividad de la energía en ambos ciclos, para este paso se hace uso de un puente de diodos, con 1n4007 que son los que nos brindan los factores óptimos de voltaje y corriente. Transformando la señal alterna en corriente continua, pero aún hace falta la etapa de filtrado y estabilización del nivel DC.

Cálculo del voltaje de entrada en AC

$$V_{rms} = 18 * 1.4142 \approx 25 \text{ v}$$

La potencia necesitada para alimentar el circuito y seleccionar el mejor transformador, es necesario tener en claro la demanda de corriente de cada componente según sus especificaciones.

$$P = V \times I = 25 \text{ V} \times 0,5 \text{ A}$$

Valor de los condensadores para el filtrado en la salida de la señal rectificada:

$$C = \frac{(5 \times 2 \text{ A})}{60 \text{ Hz} \times 50 \text{ v}} = 3.333 \times 10^{-3} \text{ Faradios}$$

En el mercado se ofrece un valor cercano de 3300  $\mu\text{F}$ , el cual va a suplir nuestra demanda de potencia, y disminuir el rizado.

Rechazo al rizado [  $R_r$  (db) ]

$$R_r = 80 - 20 \log 20 = 53.979$$

Normalmente la señal se debe filtrar de acuerdo a este factor de rechazo a rizado, cuya unidad de medida son decibels, y una razón de disminución recomendada para las fuentes DC, es de 1 década por cada filtro, de nuestro calculo, se obtuvo un rechazo de 53.9 db, lo cual es aceptable para la primer etapa de filtraje.

Para mantener estable el nivel se implemento un grupo de condensadores de menor capacidad y unos cerámicos con una constante de tiempo menor para disminuir el rizado. La señal filtrada, es necesario regularla, para nuestros dispositivos de control y elementos de potencia, pasando por reguladores de 5 y 12 Voltios DC, que requieren unos filtros a la salida para alcanzar una mayor suavidad en el rizado.

## 2.2 SENSORES DETECTORES

Se utiliza un circuito comparador de ventana para identificar las fallas por alto y por bajo voltaje.

Después de realizar pruebas con el circuito y la herramienta variac, se pudo identificar los valores de alto y bajo voltaje, por cuanto se identifica un nivel del límite superior de 2.58 VDC y un bajo nivel de voltaje con el límite inferior de 2.41 VDC

Para identificar la secuencia de fase se utilizo un circuito que sincroniza una señal cuadrada con los pulsos positivos de la señal alterna, permitiendo tener las fases en niveles TTL aplicables al microcontrolador, es un tren de pulsos regulados a 5 voltios.



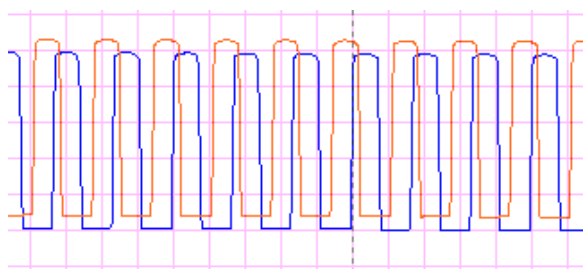


Fig. 2. Señales digitales sincronizadas a las fases

De esta manera, al comparar los valores de cruce, se puede saber la secuencia de dos fases, y si existe una fase invertida, el procedimiento para solucionar este tipo de fallas es dejar una fase conectada e invertir la conexión de las 2 fases siguientes.

## 2.3 COMUNICACIÓN SERIAL CON PC

Para realizar la comunicación serial necesita la transmisión de datos en forma ordena y requiere de un medio físico, en este diseño se utiliza el integrado Max232.

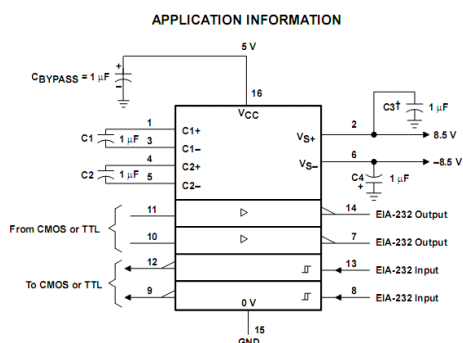


Fig. 3. Circuito conexión serial integrado max232

La trama es una secuencia de datos, que define el orden el programador para establecer los valores del proceso, la confiabilidad en el envío de tramas disminuye a medida que se hacen más complejas, por lo tanto, desde el microcontrolador se origina un envío de estado cada ciclo de proceso, permitiendo

evaluar constantemente sobre los nuevos datos del sistema, además de filtrar la información.

Explicando brevemente, el primer carácter se usa para referirse al sistema por el cual es alimentado el flujo eléctrico y el segundo para su estado; las fallas que se presentan, también están asignadas con la primera variable, al sistema de alimentación y la segunda corresponde a la causa de la falla.

## Nomenclatura Trama

KN	Comercial en estado Normal
PN	Planta Nivel Normal
KS	Falla secuencia comercial
KB	Falla Bajo nivel comercial
KA	Falla Alto nivel comercial
PS	Falla secuencia de planta de emergencia
PB	Falla Bajo nivel de planta de emergencia
PA	Falla Alto nivel de planta de emergencia
ZZ	Cuando ningún sistema está funcionando

## 2.4 CONTROLADOR

Como controlador y cerebro central del dispositivo de transferencia de energía eléctrica, se utilizo el micro controlador PIC18F452, debido a su extensa memoria de 32k y su cantidad de interrupciones disponibles para el usuario.

Este integrado está encargado de dar prioridad a las funciones, guardar los registros de las fallas (5 más recientes), cronometrar de acuerdo a las bases de tiempo, comunicar el teclado, modificar la fecha del integrado de reloj DS1307, con

comunicación I2C y realizar los procedimientos de comunicación serial que hacen posible el intercambio de datos con el PC.

## 2.5 INTERFAZ HMI (TECLADO, DISPLAY Y PANTALLA DEL PC)

El dispositivo, interactúa con el humano de tres maneras distintas, ingreso de datos por medio del teclado, visualización de datos por medio del display y la pantalla del computador; supervisión de eventos en el programa hecho sobre Visual Basic 6.0, que permite trabajar bajo un paradigma de orientación a objetos, que facilita la labor del diseñador a un diagrama de flujo.



Fig. 2. Esquema del display y teclado

A través de estos elementos (teclado y display), se hace el ingreso y visualización de los datos, se cambia la fecha (día-mes-año), se cambia la hora, se accede a los menús, donde se modifica la contraseña actual, y se observa el registro de las fallas más recientes.

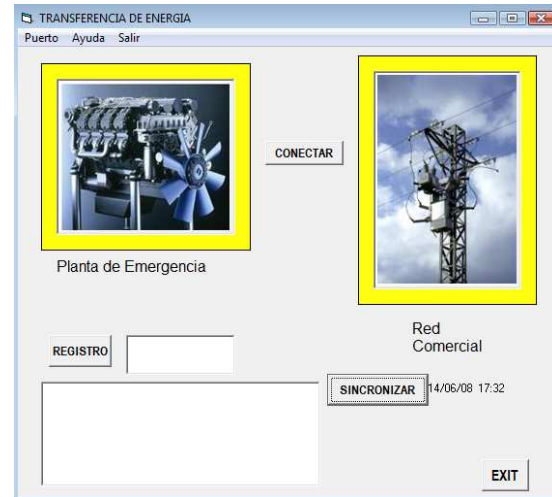


Fig. 2. Esquema de la interface en PC

A nivel del computador, se observa una interface con un diseño amigable con el usuario, un parámetro fundamental para el diseño de interfaces es el equilibrio entre las palabras y las imágenes, nuestro diseño tiene patrones con los cuales ya estamos acostumbrados, son los colores comúnmente utilizados en el semáforo, como el rojo de parada o fallo, amarillo y verde de correcto funcionamiento.

Se debe aclarar que a nivel del micro controlador se guardan los últimos cinco registros, sin embargo, al estar ejecutando el dispositivo conectado de manera serial al computador, este crea un archivo tipo .txt diario, donde se guardan todas las fallas que puedan ocurrir en un día y se especifica la hora de la falla y el tipo de falla.

## 3. CONCLUSIONES

En el diseño de un dispositivo, para satisfacer los requerimientos del cliente, se debe realizar una buena consulta de las necesidades reales y convertirlas en valores

medibles de ingeniería, que permiten generar conceptos para luego seleccionar el óptimo y la manera de distribuir los esfuerzos de diseño.

El método de diseño mecatrónico da una mayor cobertura en el diseño, permitiendo garantizar un producto que está a nivel de la competencia más fuerte, con un valor agregado y diferenciado, tanto funcionalmente como estéticamente, además de satisfacer principalmente al cliente.

Trabajar en campo es una experiencia totalmente emotiva para un estudiante, porque se pueden aplicar los conceptos desarrollados en prácticas de laboratorio, en una problemática real y de dimensiones mayores, que exige tener en cuenta en el diseño, el entorno de trabajo del dispositivo y parámetros de protecciones contra emisiones magnéticas y vibraciones del soporte.

En ocasiones las aplicaciones requieren aprender nuevos conceptos y requiere estudio independiente para desarrollarlo, en ocasiones estos pueden ser de mayor dificultad, pero de mucha utilidad para posteriores proyectos.

## REFERENCIAS

ARBELAEZ MONTOYA, Diego Fernando. Manual de consulta para uso de microcontroladores PIC. Lectura de la Universidad ICESI, 2002.

CEBALLOS SIERRA, Francisco Javier. Visual Basic. Enciclopedias Microsoft. Addison-Wesley, Wilmington 1994.

HAYT, William H. Análisis de circuitos en ingeniería. 6 ed. Editorial McGraw Hill, Interamericano Editores S.A. México D.F.

MCMANUS, Jeffrey P. Bases de datos con visual Basic. Prentice- Hall. Madrid 1999.

Empresa Microchip [en línea]. Estados Unidos. Microchip, 2008. [Consultado 20 de Julio de 2008]. Disponible en Internet: [http://www.microchip.com/stellent/idcplg?IdcService=SS\\_GET\\_PAGE&nodeId=2046&var=pi](http://www.microchip.com/stellent/idcplg?IdcService=SS_GET_PAGE&nodeId=2046&var=pi)

Comunidad Internacional de electrónicos Foro [en línea]. Latinoamérica, 2008. [Consultado 20 de Julio de 2008]. Disponible en internet en: <http://www.forosdeelectronica.com/about3742.html>

Santiago de Cali, 20 de Junio de 2008

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
DE OCCIDENTE  
CENTRO DE ADMINISTRACIÓN ACADÉMICA

20 JUN. 2008

FACULTAD DE INGENIERIA

Recibido: Don Hora: 5:50

Doctor  
DIEGO ALMARIO  
Director Académico de Ingeniería Mecatrónica  
UAO.

Asunto: Aceptación dirección de Proyecto de grado.

Con la presente me permito informarle el siguiente informe final de pasantía titulada Diseño y prototipado con interface hmi para reporte de fallas y restricción al acceso a los temporizadores de la tarjeta de transferencia, del cual soy director académico de proyecto, desarrollado por los estudiantes Juan Manuel Nogales con código 2035237 y Luis Felipe Larrañaga con código 2035847, en la Empresa: EMCALI E.I.C.E., con una duración de 6 meses; cumple satisfactoriamente en contenido y forma con lo planteado inicialmente en el anteproyecto.

Considerando lo anterior, ratifico que este proyecto ha sido revisado y aprobado por cumplir con los estándares de un proyecto de opción de grado.

De igual manera me permito solicitar la asignación de jurados y programar la fecha para la sustentación.

Atentamente,

  
HECTOR FABIO ROJAS  
Ingeniero Eléctrico

Santiago de Cali, 20 de Junio de 2008

Doctor  
DIEGO ALMARIO  
Director Académico de Ingeniería Mecatrónica  
UAO.

Asunto: Aceptación dirección de Proyecto de grado.

Con la presente me permito informarle el siguiente informe final de pasantía titulada Diseño y prototipado con interface hmi para reporte de fallas y restricción al acceso a los temporizadores de la tarjeta de transferencia, del cual soy director académico de proyecto, desarrollado por los estudiantes Juan Manuel Nogales con código 2035237 y Luis Felipe Larrañaga con código 2035847, en la Empresa: EMCALI E.I.C.E., con una duración de 6 meses; cumple satisfactoriamente en contenido y forma con lo planteado inicialmente en el anteproyecto.

Considerando lo anterior, ratifico que este proyecto ha sido revisado y aprobado por cumplir con los estándares de un proyecto de opción de grado.

Atentamente,

  
ROGELIO PINILLO  
Ingeniero Electrónico